ISSN 0376—477X

中華農業研究

第四十七卷　　第三期

目　次

青割玉米單雜交種台農三號之育成……………………何千里　謝光照　盧煌勝…189

臺灣不同地區臺南白玉米族群性狀之變異……………………謝光照　曾富生…204

水芋在不同栽培季節之生長分析……………………陳烈夫　呂椿棠　呂秀英…220

金線連之品種特性與急毒性研究……………………劉新裕　張同吳　張愛華　王昭月　王順成…242

不同氮磷鉀肥施用量與種植密度對仙草產量及品質之影響………胡敏夫　張愛華　呂椿棠　劉新裕…259

微衛星 DNA 與逢機增殖多型性 DNA

在番椒同種內種原鑑定之利用及比較……………………王昭月　范明仁…267

臺灣小繭蜂科（膜翅目）之分類

Ⅷ.天牛繭蜂族、鄰繭蜂族及長繭蜂族（英文）……………………周樑鎰　許洞慶…283

探針注入式深層施肥機之研製及試驗改良……………………譚奇才　梁連勝　張庚鵬…315

中華民國八十七年九月

臺灣省農業試驗所出版

中華民國　臺灣省　臺中縣　霧峰鄉

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(3)：189～203（1998）

青割玉米單雜交種臺農三號之育成[1]

何千里　謝光照　盧煌勝[2]

摘要：新育成青割玉米品種台農 3 號為單雜交種，由自交系 SW646 及 UH13 雜交而成。母本 SW646 自泰國 Kasetsart 農業大學引進，係抗露菌病種原 Suwan-1 DMR 經自交分離至 S_5 所育成之自交系，屬硬粒種，抗普通型銹病、葉斑病、煤紋病、毒素病及露菌病，莖葉茂盛，具高產潛力；父本 UH13 係由美國夏威夷大學引進之自交系 77-4544 經純化選出者，屬馬齒種，一般組合力高，抗普通型銹病、葉斑病、莖腐病、煤紋病、毒素病及露菌病，且具抗倒伏之特性。

臺農 3 號之青割鮮草產量可達 49 噸／公頃，綜合兩年區域試驗之總平均產量較對照品種臺農 351 號增加 23.4%，較臺農 1 號高出 16.7%。本品種之莖稈粗壯，株型高大，穗位與臺農 1 號高度相近，抗倒伏性強，開花期及吐絲期之間隔為 2～3 天左右，果穗為 1—2 穗，鮮草產量高。開花期與成熟期隨溫度高低之變化甚大，播種至吐絲期，春作約 66 天，秋作約 60 天。生育日數，春作三月初播種至籽粒生理成熟期約 96 天，秋作八月底播種者約 105 天，屬中晚熟品種。本品種對露菌病具有高度抗性，普通型銹病、葉斑病、煤紋病、莖腐病及矮化嵌紋毒素病為中抗；不抗南方型銹病；抗亞洲玉米螟。

關鍵詞：青割玉米、硬粒種、馬齒種。

前　言

以青割玉米作成的青貯料（silage）或青飼料（forage），是一種嗜口性（palatability）佳且營養價值頗高的芻料[8]，故在歐美國家有芻料之王（king of forage）之稱。又青割玉米自播種至收穫可完全機械化操作，在降低生產成本及解決農村勞力不足問題上均屬有利。以青割或青貯料做為牛隻之主要芻料，已漸受酪農重視，其發展應具潛力。　鑑於政府即將加入國際關貿總協，國內市場勢必朝向國際化及自由化，飼料玉米未來將全面停止保價收購，國內飼料玉米生產成本高，將無法與國外競爭，因此必須轉向以青飼料用為目標的青割玉米為宜[2,5,6]，加以台灣目前專供青割用途之玉米品種尚少，農戶以飼料玉米台農 1 號或向國外種子公司購買之品種 XL678 作為生產青割玉米者仍佔多數，且飼料玉米著重於籽粒之最佳產量；青割玉米則以整株鮮草產量為考量，然有最佳的籽粒產量未必有最佳之整株鮮草產量[3,4,7,9]。有鑑於此，本所乃積極利用國內外玉米種原，依玉米育種程序[1]，期能選育抗倒伏、耐密植、中晚熟、產量高且品質優良之青割玉米品種，以因應國內酪農及養牛事業之迫切需要。本所近期育成符合上述要求之台農育 B-12 號新品系，於民國 86 年元月申請命名登記，並經審查通過後，於 86 年 6 月 23 日獲省府公告為青割玉米台農三號。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1947 號。
2. 本所農藝系助理研究員、助理研究員及研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

材料與方法

一、組合力檢定

由 Suwan-1 DMR 分離所獲之 80 個優良系統與 8 個檢定親雜交所獲材料，在田間進行產量比較試驗，採順序排列，2 重複，單行區，行長 5m，行株距 75×25cm。由試驗中選出 17 個組合力較佳之自交系與 B77 及 TA3651-377 之測交組合進行青割產量試驗。

二、新品系比較試驗

較優 5 個之 Suwan-1 DMR 分離系與 UH13 雜交所獲 F_1 材料，進行產量比較試驗。田間採 RCBD 設計、4 重複、6 行區、行長 5m、行株距 70×25cm。

三、區域試驗

(一)試驗期限：兩年四期作；79 年春、秋作，80 年春、秋作。

(二)試驗地區：

1. 79 年春作：苗栗通霄、彰化芳苑、雲林崙背、嘉義新港、屏東萬丹、花蓮瑞穗。
2. 79 年秋作：苗栗通霄、彰化芳苑、雲林崙背、台南新營、屏東萬丹、花蓮瑞穗。
3. 80 年春作：苗栗通霄、彰化芳苑、雲林崙背、台南新營、屏東萬丹、花蓮瑞穗。
4. 80 年秋作：苗栗通霄、雲林斗南、雲林崙背、台南新營、屏東萬丹、花蓮瑞穗。

(三)供試品系：

1. 79 年春作至 80 年春作三期作，參試品系 B-12、B-29(農試所提供)、Si-7、Si-16（台南場提供），對照種為台農 1 號與台農 351 號。
2. 80 年秋作參試品系為 B-12、B-29（農試所提供）、Si-801、Si-802（台南場提供），對照品種為台農 1 號與台農 351 號。

(四)田間設計：逢機完全區集設計，四重複，六行區，行長 5m，行株距 70×20cm，公頃株數 71,428。

四、穩定性分析

由區域試驗之數據，選開花期、吐絲期、株高、穗位高、鮮草產量等農藝性狀，進行穩定性分析。

五、氮肥及密度試驗

採裂區設計，N 肥為主區，密度為副區，4 重複，每小區 4 行，密度分 70×15、70×20、70×25cm，以 N：P_2O_5：K_2O=60：90：60 kg/ha 當基肥於播種前施入播種溝中，待玉米株長至齊膝期時以 N 分 40、90、140 及 190 kg/ha 作追肥一次施用，再施行中耕及培土覆蓋。

六、台農育 B-12 號與對照種之產量比較試驗

於 82 年秋作至 84 年秋作採 RCBD 設計，4 重複，行長為 5m，行株距為 70×20cm，6 行區，小區面積為 21 m^2。對照種為台農 1 號、台農 2 號、XL678 及台南 19 號。

七、病蟲害抗性檢定

病蟲害檢定品系計有台農育 B-12 號、UH13、SW646 及對照品種等。病害檢定項目計有普通型銹病、南方型銹病、煤紋病、葉斑病、露菌病、毒素病、莖腐病及玉米螟等，檢定方法如青割玉米單雜交種台農 2 號之育成[6]。

八、採種試驗

測定台農育 B-12 號親本及 F_1 種子採種量，二重複，行長 5m，行株距 70×20cm。

九、品質分析

84 年春作本所提供台農育 B-12 號、TNG1 及 XL678 供畜產試驗所進行品質分析。

分析前將已烘乾之青割玉米全株置於 70℃烘乾箱內，烘烤 48 小時後磨成粉末，以便進行下列各項品質分析：

㈠飼料成分分析：

1. 水分含量（moisture content）

精稱樣品 2—5g，放入 105℃烘乾箱乾燥 3—5 小時，取出放入乾燥器，使恢復至室溫，儘速秤重完畢，再度乾燥半小時再秤重，直至恆重，此時的失重百分率即為樣品水分含量。

2. 灰分含量（ash content）

將磁坩堝洗淨置於 105℃烘乾箱烘乾一小時，取出放入乾燥器恢復至室溫後秤重，再加入樣品 2—5g，移入灰化爐逐漸加溫至 600℃燃燒 4-6 小時，關閉電源，待溫度降至 150—200℃時，將磁坩堝移入乾燥器恢復至室溫，重複加熱後秤重，並稱量至恆重，此殘留部分即為灰分含量。

3. 粗纖維含量（crude fiber content）

將乙醚抽出之樣品烘乾放入高腳燒杯，加入 200ml 之 1.25% 硫酸液及幾滴 Octylalcohol，在電爐上加熱煮沸 30 分鐘後，再以熱水過濾，將濾紙上殘留物以 200ml 之 1.25% NaOH 洗入高腳燒杯，再加熱 30 分鐘後，趁熱過濾，再以熱水洗淨將濾紙上殘留物洗入坩堝中，再將留有粗纖維之坩堝，放入攝氏 105℃烘乾箱乾燥 3—4 小時後取出，放入乾燥器恢復至室溫稱重，再移入灰化爐灰化後取出，放入乾燥器恢復至室溫稱重，失去重量即為粗纖維。

4. 粗蛋白質量（crude protein content）

秤取 0.2g 樣品置於分解瓶中，加入 4ml H_2SO_4 及 0.2g 催化劑（K_2SO_4：$CuSO_4$・$5H_2O$：Se=50：10：1,W / W），加熱分解至澄清，冷卻後，加蒸餾水稀釋至 50ml。取 5ml 稀釋液至 Kjeldehl 蒸餾瓶，加入 5ml 之 10N NaOH 進行蒸餾，以 4%硼酸加入指示劑吸收蒸餾出之液體，再用 0.01N HCl 滴定並記錄滴定數，換算為全氮含量，再乘以 6.25 即為粗蛋白。

5. 粗脂肪含量（crude fat content）

脂肪接受瓶經洗淨後，在 105℃烘乾 1 小時，放入乾燥器恢復至室溫秤重，秤取樣品 2—5g，包於濾紙放入濾筒，於 105℃ 烘箱中乾燥 4 小時，取出後並放進 Soxhlet 乙醚抽出器內，加入適量乙醚將樣品浸漬迴流入脂肪接受瓶，連續淬取 16 小時，將脂肪完全抽出後，置於適當位置待乙醚揮發後，再放入 105℃烘乾箱乾燥 3—4 小時，再放入乾燥器恢復至室溫，取出秤重即為脂肪重量。

6. 無氮抽出物（nitrogen-free extract content, NFE%））

無氮抽出物%＝ 100%—水分%—粗灰分%—粗蛋白質%—粗脂肪%—粗纖維%。

7. 碳水化合物（total carbohydrate content）

碳水化合物%＝粗纖維%＋無氮抽出物%

㈡礦物質元素測定：

1. P 含量測定

稱取 0.2g 樣品置於 50ml 分解瓶中，加入 3ml 之三酸混合液（HNO_3：$HClO_4$：H_2SO_4＝4：1：1 v/v）置放一夜，翌日加熱至澄清，冷卻後，加蒸餾水定量至 50ml。此分解液可供 P、K、Ca 及 Mg 測定所用。

P 含量以鉬黃法測定，分解液及磷標準液各取 4ml 置於試管中，加入 1ml HNO_3-Vanadatemolybdate 試劑，攪拌均勻後放置 20 分檯，再以光電比色計（420 nm）讀取吸光度。並由標準曲線換算樣品 P 含量。

2. Ca 含量測定

取上述分解液 5ml，加入一滴 10% lanthanum acetate，攪拌均勻後，用原子吸光儀（atomic-absorption spectrophotometer, IL 157 型）測其吸光度，並與 Ca 標準液比較，換算樣品 Ca

含量。

㈢纖維質分析：

1. 酸洗纖維（acid detergent fiber, ADF）

取樣 0.5-1.0 公克，置於 600 ml 無緣燒杯中，加入 100 ml 酸洗液（aciddetergent,每公升 H_2SO_4 加入 20 公克 CTAB, cetyl trimethylammonium bromide），以粗纖維分析設備進行迴流 1 小時之後，過濾至已熱秤的玻璃坩堝（Co），以熱水及丙酮沖洗濾塊至濾液澄清止，105 ℃抽氣烘乾 5 小時以上後熱秤（So），即得 ADF。

2. 中洗纖維（neutral detergent fiber, NDF）

方法與 ADF 測定相同，只將酸洗液改爲中洗液。

十、青貯後動物餵食試驗

84 年春作本所提供台農育 B-12 號、TNG1 及 XL678 青貯芻料供畜產試驗所進行動 物餵食試驗。

十一、主要農藝性狀之調查方法

㈠開花期：由播種至小區中 50%植株達雄穗始花所需日數。

㈡吐絲期：由播種至小區中 50%植株達雌穗開始吐絲所需之日數。

㈢株高：小區逢機取 5 株由地面至雄穗穗頸節頂端的平均高度，以 cm 表示。

㈣穗位高：小區逢機取 5 株由地面至最上雌穗基部平均高度，以 cm 表示。

㈤倒伏率：傾斜 45°爲基準，註明所佔小區株數之百分比。

㈥青割收穫期：以手指擠壓籽粒不再有乳狀汁液流出之時期。

㈦鮮草產量：小區青割整株之總鮮重，或換算成公頃產量，以 kg/小區面積或 kg/ha 表示。

㈧整株乾物率：鮮草在乾燥機中，以 70℃烘七天後之乾物率。

㈨果穗百分率：果穗乾物質佔全株乾物質之百分率。

㈩總營養消化率（TDN%）：$\frac{(\text{果穗乾重}\times 0.85)+(\text{莖葉、苞葉乾重}\times 0.582)}{\text{整株乾物重}}\times 100$。

結果與討論

一、親本來源及特性

台農育 B-12 號爲單雜交玉米，由自交系 SW646 及 UH13 雜交而成。母本 SW646 係自泰國 Kasetsart 大學引進抗露菌病種原 Suwan-1 DMR 經自交分離至 S_5 所育成之自交系，屬硬粒種（flint），抗普通型銹病、葉斑病、煤紋病、毒素病及露菌病，莖葉茂盛，具高產潛力；父本 UH13 係由美國夏威夷大學引進之自交系 77-4544 經純化選出者，屬馬齒種（dent），一般組合力高，抗普通型銹病、葉斑病、莖腐病、煤紋病、毒素病及露菌病，且具抗倒伏之特性。

二、各級試驗及檢定結果

㈠組合力檢定：

Suwan-1 DMR 族群經自交分離育成 202 個 S_5 系統（以下稱 SW 自交系），與台南 11 號進行頂交試驗，由其中選出組合力與抗病性較佳之系統 80 個。於 73 年秋，利用 TA80-1410-1、TA80-2598、Hi25、Oh54、B77、Narino330、Fla-2AT-113 及 TA3651-377 等 8 個自交系檢定親完成雜交種子生產。於 74 年秋裡作進行雜交種產量比較試驗，由試驗中選出 17 個組合力較佳之自交系，於 75 年秋作利用其與 B77 及 TA3651-377 之測交組合，繼續進行多行區與多重複的檢定試驗，兩測交試驗成績合併分析結果，選出 5 個組合力較優異的自交系，SW646（台農育 B-12 號之母本）即爲其中較優異的一個，其植株及青割產量性狀均相當突出。

㈡新品系比較試驗：

76 年秋作選出 5 個較優異之 SW 自交系與自交系 UH13 雜交，於 77 年春進行新品系比較試驗，並以台農 1 號爲對照種，田間採逢機完全區集設計，6 行區，行長 5m，行株距 70×25cm，4 重複。試驗結果，以小區鮮草產量換算成公頃鮮草產量，各雜交組合中以台農育 B-12 號（SW646×UH13）之產量最高（表 1），同時其乾物重也較高，故獲選參加新品系區域試驗。

表 1. 五個 SW 優良自交系測交品系之農藝性狀及鮮草產量（民國 77 年春作）

Table 1. Agronomic characters of five elite hybrids in yield trials in spring crop of 1988.

Entry	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Whole-plant dry matter content (%)	Fresh weight (kg/ha)	Dry weight (kg/ha)
SW558×UH13	55	56	257	114	30.7	46,408	14,247
SW560×UH13	54	56	252	122	29.4	44,716	13,146
SW562×UH13	55	57	252	118	31.6	46,869	14,810
SW646×UH13	54	56	264	130	30.3	49,639	15,041
SW658×UH13	54	55	261	125	29.8	47,177	14,058
TNG 1（ck）	55	57	252	123	30.0	46,152	13,845
Mean	55	56	256	122	30.3	46,827	14,191
$LSD_{(0.05)}$	0.8	0.9	12	8	0.6	3,496	1,143

㈢區域試驗結果：

79 年春作台灣六個地區平均（表 2），台農育 B-12 號之公頃鮮草產量達 43,761kg，較對照品種台農 351 號（31,753kg）與台農 1 號（35,870kg）分別增產 37.8%及 22%。葉部病害抗性均較台農 351 號及台農 1 號略佳。

表 2. 79 年春作青割玉米區域試驗參試品系各項農藝性狀之平均值

Table 2. Agronomic characters of hybrids in regional yield trial in spring of 1990.

Entry	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Fresh weight (kg/ha)	*P. sorghi* (1-5) [z]	*H. maydis* (1-5) [z]	*H. turcicum* (1-5) [z]	Borers (1-5) [z]	Lodging (%)
B-12	61.2	65.8	229	111	43,761	1.7	2.1	2.2	2.2	1.7
B-29	61.2	65.1	213	109	36,456	2.3	2.4	2.5	1.8	1.5
Si-7	62.4	66.9	220	113	40,884	1.8	2.0	2.1	1.6	1.7
Si-16	64.2	67.8	207	104	44,801	1.1	1.7	1.4	1.6	2.2
TNG351(ck)	62.3	66.2	209	108	31,753	1.8	2.2	2.3	2.1	2.0
TNG 1(ck)	63.0	67.3	217	108	35,870	1.7	2.4	2.3	2.3	1.5
Mean	62.4	66.5	216	109	38,912	1.7	2.1	2.1	2.0	1.8
$LSD_{(0.05)}$	0.9	0.8	7	3	4,057	0.6	0.5	0.6	0.7	0.3

[z] 抗病蟲性等級區分爲：1 級爲極抗、2 級爲抗、3 級爲中抗、4 級爲感、5 級爲極感。

79 年秋作台灣六個地區平均（表 3），參試品系公頃鮮草產量最高者爲台農育 B-12 號，達 50,625kg，較對照種台農 351 號（39,233kg）與台農 1 號（45,036kg）分別高 29.9%及 12.4%。除葉部病害抗性較台農 351 號及台農 1 號較佳外，其抗倒伏性亦佳。

80 年春作台灣六個地區平均（表 4），與 79 年秋作大致相同，台農育 B-12 號之公頃鮮草產量爲所有參試品系中最高（55,303kg），較對照品種台農 351 號（47,085 kg）與台農 1 號（46,277kg）分別高出 17.5%及 19.5%。葉部病害抗性亦較台農 351 號 及台農 1 號略佳。

80 年秋作台灣六個地區平均（表 5），台農育 B-12 號與 Si-802 及 Si-801 之公頃鮮草產量均顯著高於對照品種台農 351 號（42,109kg）與台農 1 號（42,120kg）。台農育 B-12 號葉部病害之銹病羅病等級爲 1.4 級，煤紋病爲 1.0 級，葉斑病爲 1.4 級，較其他參試品系具抗性。於所有參試品系中其抗倒伏性（3.5%）爲最抗。

表 3. 79 年秋作青割玉米區域試驗參試品系各項農藝性狀之平均值

Table 3. Agronomic characters of hybrids in regional yield trial in fall of 1990.

Entry	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Fresh weight (kg/ha)	*P. sorghi* (1-5) [z]	*H. maydis* (1-5) [z]	*H. turcicum* (1-5) [z]	Borers (1-5) [z]	Lodging (%)
B-12	56.4	59.3	251	120	50,625	2.2	1.6	1.6	1.8	0.7
B-29	55.3	57.9	233	119	44,280	2.4	1.8	1.9	1.8	2.9
Si-7	57.4	60.2	230	117	41,900	2.4	1.9	1.7	1.7	0.6
Si-16	58.1	61.4	223	116	50,391	1.7	1.4	1.3	1.3	1.7
TNG351(ck)	56.3	59.5	224	121	39,233	2.5	1.3	1.8	1.9	1.6
TNG 1(ck)	55.3	57.4	237	115	45,036	2.6	1.4	1.6	1.7	0.6
Mean	56.4	59.2	233	118	45,244	2.3	1.6	1.7	1.7	1.3
$LSD_{(0.05)}$	2.2	2.9	19	5	5,512	0.6	0.6	0.4	0.7	2.6

[z] 抗病蟲性等級區分爲：1 級爲極抗、2 級爲抗、3 級爲中抗、4 級爲感、5 級爲極感。

表 4. 80 年春作青割玉米區域試驗參試品系各項農藝性狀之平均值

Table 4. Agronomic characters of hybrids in regional yield trial in spring of 1991.

Entry	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Fresh weight (kg/ha)	*P. sorghi* (1-5) [z]	*H. maydis* (1-5) [z]	*H. turcicum* (1-5) [z]	Borers (1-5) [z]	Lodging (%)
B-12	61.6	65.4	248	127	55,303	1.6	1.2	1.5	1.5	0.0
B-29	60.5	63.9	232	120	47,196	2.2	1.6	1.8	1.9	0.0
Si-7	61.6	65.0	227	121	48,073	1.6	1.5	1.3	1.7	0.1
Si-16	63.3	66.7	230	117	55,261	1.1	1.4	1.3	1.3	0.1
TNG351(ck)	62.1	65.5	232	128	47,085	2.1	1.7	2.0	1.8	0.0
TNG 1(ck)	61.7	65.0	236	118	46,277	2.4	1.6	1.8	1.4	0.0
Mean	61.8	65.3	234	121	49,865	1.8	1.5	1.6	1.6	0.0
$LSD_{(0.05)}$	1.8	1.8	14	9	1,684	0.6	0.7	0.4	0.5	0.1

[z] 抗病蟲性等級區分爲：1 級爲極抗、2 級爲抗、3 級爲中抗、4 級爲感、5 級爲極感。

表 5. 80 年秋作青割玉米區域試驗參試品系各項農藝性狀之平均值

Table 5. Agronomic characters of hybrids in regional yield trial in fall of 1991.

Entry	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Fresh weight (kg/ha)	*P. sorghi* (1-5)^{Z}	*H. maydis* (1-5)^{Z}	*H. turcicum* (1-5)^{Z}	Borers (1-5)^{Z}	Lodging (%)
B-12	58.1	61.5	239	115	47,972	1.4	1.0	1.4	1.3	3.5
B-29	56.6	60.0	216	114	45,453	1.4	1.2	1.5	1.5	6.8
Si-7	61.2	64.2	243	137	48,738	1.2	1.2	1.5	1.3	4.4
Si-16	62.4	65.9	236	128	48,506	1.2	1.0	1.4	1.3	6.0
TNG351(ck)	58.9	62.2	218	118	42,109	1.6	1.1	1.8	1.5	8.3
TNG 1(ck)	57.1	60.5	226	114	42,120	1.5	1.1	1.6	1.4	8.6
Mean	59.1	62.4	229	121	45,816	1.4	1.1	1.5	1.4	6.3
$LSD_{(0.05)}$	2.7	2.5	10	9	3,361	0.5	0.2	0.4	0.2	8.9

^{Z} 病蟲性等級區分為：1 級為極抗、2 級為抗、3 級為中抗、4 級為感、5 級為極感。

綜合兩年四期作區域試驗平均（表 6），台農育 B-12 號公頃鮮草產量（49,415kg）較對照品種台農 351 號（40,045kg）與台農 1 號（42,326kg），分別高出 23.4%及 16.7%。葉部主要病害及螟蟲抗性佳，均於 2 級以下。其抗倒伏性（1.5%）為所有參試品系中最佳者。

表 6. 79 年春作至 80 年秋作青割玉米區域試驗參試品系各項農藝性狀之平均值

Table 6. Average a gronomic characters of hybrids in regional yield trials investigated from spring of 1990 to fall of 1991.

Entry	Number crop season	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Fresh weight (kg/ha)	*P. sorghi* (1-5)^{Z}	*H. maydis* (1-5)^{Z}	*H. turcicum* (1-5)^{Z}	Borers (1-5)^{Z}	Lodging (%)
B-12	4	59.3	63.0	241	118	49,415	1.7	1.5	1.7	1.7	1.5
B-29	4	58.4	61.7	223	115	43,346	1.9	1.8	1.9	1.8	2.8
TNG351(ck)	4	59.9	63.3	220	118	40,045	20.	1.6	2.0	1.8	3.0
TNG 1(ck)	4	59.2	62.5	229	113	42,326	2.1	1.6	1.8	1.7	2.7
Mean	4	59.2	62.6	228	116	43,783	1.9	1.6	1.9	1.8	2.5

^{Z} 抗病蟲性等級區分為：1 級為極抗、2 級為抗、3 級為中抗、4 級為感、5 級為極感。

㈣穩定性分析

台農育B-12 號於 79 年春作至 80 年秋作之兩年四期作，於全台灣六地點實施之區域試驗，試驗成績合併進行穩定性分析（表 7），由穩定性係數（bi）得知，其開花期、株高及穗位高三性狀尚屬穩定；吐絲期及鮮草產量其穩定係數接近 1，顯示此兩性狀非常穩定。其變異係數（CV 值）亦均較對照種台農 351 號及台農 1 號稍低。

表 7. 兩年四期作區域試驗各項農藝性狀穩定性分析之介值

Table 7. The stability parameters for five traits of two entries and check varieties in regional trials investigated during spring 1990 to fall 1991.

Entries	Days to tasseling				Days to silking				Plant height			
	Mean	bi	Sd²	CV	Mean	bi	Sd²	CV	Mean	bi	Sd²	CV
B-12	59.3	0.95	1.18	10.8	63.0	0.98	1.02	10.8	241.9	1.19	74.0	11.4
B-29	58.4	1.00	1.56	11.6	61.8	1.01	1.62	11.4	223.1	0.89	37.9	9.3
TNG351(ck)	59.9	0.97	1.07	10.9	63.3	0.98	0.87	10.2	220.7	0.93	83.2	10.2
TNG1(ck)	59.2	1.08	1.75	12.3	62.4	1.03	1.91	11.9	229.1	0.97	12.6	9.8
SE	0.3	0.04			0.3	0.04			1.7	0.07		

（續表 7）

Entries	Ear height				Fresh weight			
	Mean	bi	Sd²	CV	Mean	bi	Sd²	CV
B-12	118.5	1.10	51.1	15.4	49,414	1.01	6,925,307	10.8
B-29	115.8	0.88	9.7	11.4	43,659	0.99	8,523,898	11.4
TNG351(ck)	118.8	1.06	30.6	13.8	40,045	1.12	4,454,517	10.2
TNG1(ck)	114.0	0.97	11.1	12.0	42,326	0.88	11,458,472	11.9
SE	1.2	0.08			672	0.08		

㈤氮肥及密度試驗

本試驗以台農育 B-12 號青割玉米品系為材料, 81 年秋作於農試所農場進行試驗, 試驗田區前作物為水稻。試驗前測定表土有機質為 1.5%，有效磷為 34.3ppm 、有效鉀為 82.7ppm 、pH 値為 5.5；底土有機質為 0.9%、有效磷為 15ppm、有效鉀為 50.4ppm、pH 値為 6.1。田間試驗採裂區設計, 以氮肥用量為主區, 主區因子依逢機完全區集排列, 重複 4 次，密度為副區，逢機排列於副區中, 副區為 6 行區，行長 5m，主區與主區間均種有緩衝行二行。試驗結果顯示（表 8），每公頃施用氮素不低於 150kg 及栽培密度為 70×15cm 之情況下，台農育 B-12 號可得較高之鮮草產量。

㈥台農育 B-12 號與對照品種之青割產量比較試驗

綜合三期作成績，台農育 B-12 號之鮮草及乾草產量與 XL678 及 TN19 相近 ，較 TNG1 及 TNG2 高。而其可消化性之乾物質產量則較 TN19、TNG1、TNG2 及 XL678 高（表 9）。

㈦抗病檢定

抗病性檢定項目為針對玉米主要病害進行檢定（表 10），玉米主要病害包括普通型及南方型銹病、煤紋病、葉斑病、露菌病、毒素病及莖腐病。試驗係由農業試驗所植病系檢定，檢定材料包括台農育 B-12 號及其親本，並以 TNG1 及 XL678 為對照。

所有參試品系（種）均對南方型銹病無抗性，對普通型銹病之抗性等級，台農育 B-12 號

表 8. 台農育 B-12 氮肥及密度試驗（81 年秋作）

Table 8. Forage yield and agronomic characters of B-12 in nitrogenand planting density trials （fall crop, 1992）.

Treatment[Z]	Days to tasseling (day)	Days to silking (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Fresh weight ($kg/15m^2$)
N_1D_1	67	71	274	101	61.9
N_1D_2	66	70	276	106	63.8
N_1D_3	66	70	269	108	62.3
N_2D_1	66	69	274	108	69.9
N_2D_2	66	69	269	106	70.0
N_2D_3	65	70	269	101	75.2
N_3D_1	66	69	275	106	69.9
N_3D_2	66	70	269	108	73.9
N_3D_3	66	70	266	100	73.3
N_4D_1	67	70	278	108	72.0
N_4D_2	66	71	273	103	69.8
N_4D_3	66	71	276	109	78.9
$LSD_{(0.05)}$	2	2	11	10	7.8

[Z] N_1,N_2,N_3,N_4 represent nitrogen rates 100, 150, 200, 250 kg/ha, respectively.
D_1,D_2,D_3 represent plant density 70×25cm(57,143pt/ha),70×20cm(71,428pt/ha) and 70×15cm(95,238pt/ha), respectively.

表 9. 台農育 B-12 號與 TNG1、XL678、TN19 及 TNG2 之青割產量比較試驗

Table 9. Fresh weight and agronomic characters of B-12、TNG1、TN19 and TNG2.

Crop season	Entry	Day to tasseling (day)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Fresh weight (kg/ha)	Whole-plant dry matter content (%)	Total dry weight (kg/ha)	TDN (%)	Digestible dry matter yield (kg/ha)
	B-12	65	256	118	43,384	32.8	14,261	69.5	9,911
	TNG1	65	239	115	42,338	31.3	13,184	68.4	9,018
	XL678	72	248	142	44,384	31.3	14,492	64.8	9,391
	$LSD_{(0.05)}$	7	31	12	3,463	3.7	2,352	3.7	439
1994 (spring)[Z]	B-12	54	257	120	47,763	33.8	16,035	66.6	10,679
	TNG1	53	233	116	44,263	30.6	13,526	66.3	8,968
	XL678	60	242	142	46,775	35.2	16,495	63.3	10,441
	$LSD_{(0.05)}$	6	23	19	4,493	4.5	2,346	4.3	908
1995 (fall)[Z]	B-12	60	250	119	44,951	33.5	15,059	67.2	10,120
	TNG1	61	240	115	40,529	32.7	13,259	67.8	8,990
	TN19(Si-16)	68	210	104	44,573	32.7	14,576	66.5	9,693
	TNG2	61	245	112	43,772	33.1	14,488	66.9	9,692
	XL678	71	250	123	47,550	32.3	15,359	64.2	9,860
	$LSD_{(0.05)}$	4	12	17	4,352	4.8	2,229	2.7	410

[Z] Fall crop harvested at 35 days after pollination; Spring crop harvested at 28 days after pollination, respectively.

表 10. 台農育 B-12 號及其親本人工接種抗病檢定結果 [z]

Table 10. Diseases resistance screened by artificial inoculation.

Entry	Puccinia sorghi	Puccinia polysora	Bipolaris maydis	Exserohilum turcicum	Sclerospora saccheri	MDMV-B	Pythium aphanidermatum
SW646	MR	S	MR	MR	HR	R	HS
UH13	MR	S	MR	MR	R	MR	MR
B-12	MR	S	MR	MR	HR	MR	MR
TNG 1(ck)	S	S	MR	MR	R	HS	MR
XL678(ck)	MR	S	R	R	-[y]	HS	HS

[z] HR:極抗、R: 抗、MR:中抗、S:感、HS:極感。
[y] XL678 爲已拌藥之進口雜交種子，故無參加露菌病之檢定。
(Data provided by W. H. Tsai)

及其親本 SW646 與 UH13 均屬中抗性，XL678（ck）亦屬於中抗性，而 TNG1（ck）則屬於感性。除了 XL678（ck）屬於抗煤紋病外，TNG1（ck）與 B-12 號及其親本 SW646 、UH13 均屬中抗性。葉斑病抗性檢定結果與煤紋病抗性檢定結果類似，台農育 B-12 號及其親本 SW646、UH13 及對照種 TNG1（ck）均屬於中抗性，XL678（ck）則屬於抗性。UH13 及 TNG1（ck）露菌病之抗性均屬於抗性，又因 SW646 係自泰國引進抗露菌病種原 Suwan-1 DMR 經自交分離所育成之自交系，故屬於強抗性，其與UH13 雜交後之單交種台農育B-12 號亦屬於強抗性。台農育B-12 號毒素病之罹病率爲 33%，屬於中抗性，母本SW646 罹病率爲 14%，屬於抗性，父本UH13 罹病率爲 44%，屬於中抗性，而對照品種TNG1（94%；HS）及XL678（96%；HS）則屬於極感性。台農育 B-12 號之莖腐病罹病率爲 38% ，與其父本 UH13 及 TNG1（ck）均屬於中抗性。其母本 SW646 與 XL678（ck）則屬於極感性。

(八)抗蟲檢定（亞洲玉米螟）

輪生期玉米抗螟性檢定結果，參試五品系（種）抗蟲等級介於 2.3～3.0，SW646 及台農育 B-12 號屬於抗性，UH13、TNG-1（ck）及 XL678（ck）屬於中抗性。開花期玉米抗螟性檢定結果，顯示除了 XL678（ck）屬於抗性外，SW646 、UH13 、B-12 及 TNG1（ck）均屬於中抗性（表 11）。

表 11. 抗亞洲玉米螟之檢定結果

Table 11. Inoculation results of Asia borer.

Entry	Resistance level Entry	
	WhorlingZ	Pollen sheddingy
SW646	R（2.3）	MR（22.0cm）
UH13	MR（3.0）	MR（28.1cm）
B-12	R（2.4）	MR（14.9cm）
TNG 1（ck)	MR（2.6）	MR（10.1cm）
XL678（ck)	MR（2.9）	R（7.5cm）

[z] 依葉部被害食痕大小分抗螟等級爲 5 級：1 級：極抗(HR)；2 級：抗(R)；3 級：中抗(MR)；4 級：感(S)；5 級：極感(HS)。
[y] 依莖內螟蟲食痕長度分抗螟等級爲 5 級：1 級：HR(食痕長 5cm 以下)；2 級：R(食痕長 6～10cm)；3 級：MR(食痕長 11～30cm)；4 級：S(食痕長 31～40cm)；5 級：HS(食痕長 41cm 以上)。(Data provided by B. H. Chen)

㈨台農育 B-12 號採種試驗

台農育 B-12 採種試驗於民國 83 年 9 月 30 日於農試所農場之隔離田區舉行，父母本採 1：4 之行數循環種植，同時播種，二重複，每重複 61 行，行長 5m，行株距 75×20cm，重複間相隔 70m。母本行於雄花尚未散發花粉前將整個雄花序拔除，任其天然授粉。另於相鄰處種植親本。試驗結果得知（表 12），台農育 B-12 號親本及 F_1 種子之公頃籽實產量均達 2,000kg 以上，百粒重則為 20g 左右，可達經濟採種之目標。

表 12. 台農育 B-12 號親本及 F_1 種子採種試驗
Table 12. Grain yield of B-12 and its parental inbreds.

Entry	Grain yield (kg/ha)	100-kernel weight (g)
SW646	2,559	20.27
UH13	2,187	19.71
SW646×UH13	2,290	20.20

㈩品質分析

台農育B-12、TNG1 及 XL678 三參試品系於 83 年秋作在農試所農場種植，每品系四重複。於吐絲後 35 天收割，以 70℃烘乾後保存全株，磨粉前再置於 70℃烘乾箱內，烘烤 48 小時後磨成粉末。於 84 年 8 月委託台灣省畜產試驗所進行營養成分分析，結果（表 13）顯示台農育 B-12 號水分含量（5.33%）、鈣含量（0.31%）及磷含量（0.16%）均介於台農 1 號及 XL678 之間；粗灰分含量（5.17%）、粗纖維含量（22.19%）及中洗纖維（62.22%）較台農 1 號及 XL678 為低；粗脂肪含量（2.42%）、無氮抽出物（57.24%）及碳水化合物（79.43%）則較台農 1 號及 XL678 為高。黃熟期植株各部位乾物質之百分比，由三期作平均得知，台農育 B-12 號葉部約佔 20.0%，與 TNG1（20.2%）及 XL678（19.6%）差異不大，較 TNG2（17.4%）及 TN19（17.1%）略高；台農育 B-12 莖部佔 35.0% 與 TNG1、TNG2 及 TN19 相若，而較 XL678（43.9%）低；苞葉佔 9.9%，較 TNG1（11.0%）、TNG2（10.6）、XL678（13.7%）及 TN19（15.7）均稍低；而其果穗佔 35.2%及果穗／（葉＋莖＋苞葉）比為 54.8%，則較 XL678 之 22.4%及 29.1%，高出甚多（表 14）。

表 13. 台農育 B-12、TNG1 與 XL678 之乾物質營養成分
Table 13. The nutrient component of dry matter of B-12、TNG1 and XL678.

Entry	Ash (%)	Crude fiber (%)	Crude protein (%)	Crude fat (%)	NFE (%)	Total carbohydrate (%)	Ca (%)	P (%)	ADF (%)	NDF (%)
B-12	5.17	22.19	7.65	2.42	57.24	79.43	0.31	0.16	34.96	62.22
TNG 1	5.91	26.81	9.20	2.25	50.33	77.14	0.33	0.18	33.31	63.24
XL678	6.75	26.81	8.45	2.19	50.71	77.52	0.28	0.16	33.21	74.37

表 14. 台農育 B-12 號、台農 1 號、2 號、台南 19 號及 XL678 黃熟期植株各部位乾物質百分率

Table 14. The percentage of leaf、stem、husk and ear of B-12、TNG1、TNG2、TN19and XL678 at dough stage.

Crop season	Entry	Leaf	Stem	Husk	Ear	Ear/ (Leaf+Stem+Husk)
Fall 1993	B12	19.0	31.0	9.5	40.5	68.1
	TNG1	21.3	31.4	9.3	37.9	61.0
	XL678	20.1	41.9	16.0	22.0	28.2
	$LSD_{(0.05)}$	5.9	10.3	7.9	4.0	
Spring 1994	B12	21.9	36.5	10.1	31.5	46.0
	TNG1	21.5	35.5	12.9	30.1	43.1
	XL678	18.1	51.9	11.4	18.6	22.9
	$LSD_{(0.05)}$	8.2	3.8	3.9	4.2	
Fall 1995	B12	19.2	37.5	10.2	33.5	50.4
	TNG1	17.9	36.7	10.9	34.5	52.7
	TN19	17.1	34.8	15.7	32.7	48.6
	TNG2	17.4	34.5	10.6	38.0	61.3
	XL678	20.6	38.0	15.2	26.6	36.2
	$LSD_{(0.05)}$	5.3	1.9	3.5	4.2	

㈩青貯料動物餵食試驗

台農育B-12 號、台農 1 號及 XL678 採收後各稱重 500 公斤，於青貯 50 天後，委託畜試所進行餵食試驗，餵食前乳牛先使其空腹八小時，以任食方式，於 24 小時內持續供應芻料，最後統計每 24 小時平均餵食量。試驗結果得知，台農育 B-12 號爲 33.7kg/24h，台農 1 號爲 35.4kg/24h，XL678 爲 35.5kg/24h（表 15）。

表 15. 台農育 B-12 號青貯後動物餵食試驗

Table 15. Feeding results of silage corn B-12.

Entry	Cow age (year)	Cow weight (kg)	Amount of Feeding (kg/24h)
B-12	5～6	600～650	33.7
TNG 1	5～6	600～650	35.4
XL678	5～6	600～650	35.5

八、台農育 B-12 號之特性

(一)植株性狀

莖色及葉鞘色：綠色

葉片色澤：綠色

葉片數：14～16

花藥色：黃色、淡紅色

穎　色：綠褐色

花絲色：紅色

籽粒顏色：淡黃色～黃色

苞葉緊密度：中等

每株穗數：1～2

籽粒行列數：14 或 16

(二)生長習性

播種後，發芽整齊，莖稈粗壯，株型高大，穗位較台農 1 號高，較 XL678 低，抗倒伏性強，開花與吐絲之間隔 2-3 天左右，果穗為 1-2 穗，鮮草產量高，依用途別，青飼料用之收穫適期則為糊熟期，青貯用則為黃熟期。

(三)生育日期

開花期及成熟期隨溫度高低變化甚大，播種至吐絲期，春作 66 天左右，秋作 60 天左右，與台農 1 號相似。生育日數，春作三月初播種至青割適期約 96 天；秋作八月底播種者至青割適期約 105 天，適於台灣之耕作制度，隨著溫度下降，其生育日數延長。

(四)成熟期：中晚熟

(五)種植適期：春作 2、3 月間；秋作 8、9 月間；秋裡作 10 月上旬。

(六)適應土壤：適應土層深厚且富含有機質，保水力強而排水良好之土壤。

(七)抗病蟲性：台農育 B-12 號對露菌病具有高度抗性，普通型銹病、矮化嵌紋毒素病、莖腐病、葉斑病及煤紋病為中抗，不抗南方型銹病；對亞洲玉米螟為抗。

(八)產量：青割鮮草產量每公頃約 49 公噸，優於台農 351 號及台農 1 號。

九、育種人員名單

(一)主要人員：

1. 育種工作	台灣省農業試驗所－何千里、謝光照、盧煌勝
2. 區域試驗	台灣省農業試驗所－何千里、謝光照
	桃園區農業改良場－林維和、黃炳文
	台中區農業改良場－張隆仁、楊嘉凌
	台南區農業改良場－曾清田、陳振耕
	高雄區農業改良場－鄭昭典
	台東區農業改良場－林萬居
	花蓮區農業改良場－鄭書杏、詹平喜
3. 氮肥、密度試驗	台灣省農業試驗所－何千里、謝光照、盧煌勝
4. 資料整理	台灣省農業試驗所－何千里、盧煌勝

(二)相關人員：

1. 抗病性檢定	台灣省農業試驗所－蔡武雄、蔡志濃
2. 抗蟲檢定	台灣省農業試驗所－陳炳輝

3.品質分析　　　　　台灣省畜產試驗所一徐阿里

4.青貯料採食量試驗　　台灣省畜產試驗所一許福星

引用文獻

1. 台灣省政府農林廳。1989。雜糧作物育種程序及實施方法。56-72 頁。
2. 古德業。1995。雜糧作物生產調節方向。雜糧作物生產技術改進研討會專刊。台灣省農業試驗所專刊 49: 1-3。
3. 呂宗佳、盧煌勝、劉孔生、何千里、謝光照。1989。單雜交玉米台農一號之育成。中華農業研究 38: 1-18。
4. 萬雄、呂宗佳、盧煌勝、何千里。1986。單雜交玉米台農三五一號之育成。中華農業研究 35: 11-22。
5. 盧煌勝。1995。台灣玉米品種改良之成就與展望。雜糧作物生產技術改進研討會專刊。台灣省農業試驗所專刊 49: 25-41。
6. 謝光照、何千里、呂宗佳、劉孔生、盧煌勝。1994。青割玉米單雜交種台農 2 號之育成。中華農業研究 43: 354-372。
7. Fairey, N. A. 1980. Hybrid maturity and the relative importance of grain and stover for the assessment of the forage potential of maize genotypes grown in marginal and non-marginal environments. Can. J. Plant Sci. 60:539-545.
8. Pinter. L. 1986. Ideal type of forage maize hybrid (zea mays L.). In: Breeding of silage Mazie, Dolstra, O. and P. Miedema. eds. pp. 123-130. Pudo Wageningen, Netherlands.
9. Vattikonda, M. R. and R. B. Hunter. 1983. Comparison of grain yield and whole-plant silage production of recommended corn hybrids. Can. J. Plant Sci. 63:601-609.

Development of a Single-Cross Forage Maize Hybrid Tainung No.3[1]

Chan-Lee Ho, Guang-Jauh Shieh and Hung-Shung Lu[2]

Summary

Tainung No.3 is a single-cross forage maize hybrid. Its parental inbreds are SW646 and UH13. The female parent SW646 is a flint selected from the inbreeding progenies of Suwan-1 DMR introduced from Thailand Kasetsart University. The SW646 is resistant to commom rust, southern corn and northern corn leaf blight, downy mildew and MDMV-B when it was screened under growth chamber conditions.

The male parent UH13 is an U.S dent selected from the purified lines of 77-4544, which was introduced from Hawaii University.The UH13 has high general combining ability （GCA） and is resistant to common rust, southern corn and northern corn leaf blights, stem rot, downy mildew and MDMV-B. The Tainung No. 3 possesses 49 ton/ha forage yield potential when harvested from dough to physiological maturity stages. Its yield is higher than TNG351 by 23.4% and TNG1 by 16.7% in two years average. The days from planting to tasseling are 66 and 60 days in spring and fall crop seasons,respectively. The days from planting to maturity are 96 and 105 days, in spring and fall crops respectively. Tainung No.3 is resistant to *Puccinia sorghi* (common rust), *Exserohilum turcicum* (northern corn leaf blight), *Bipolaris maydis* (southern corn leaf blight), *Pythium aphanidermatum* (stem rots), *Sclerospora sacchari* (downy mildew), MDMV-B and Asia borer; but not immune from Puccinia polysora （southern rust）.

Key words: Forage maize, Flint, Dent.

---

1. Contribution No. 1947 from Taiwan Agricultural Research Institute.

2. Respectively, Assistant Agronomist, Assistant Agronomist, and Senior Agronomist, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(3)：204～219（1998）

台灣不同地區台南白玉米族群性狀之變異 [1]

謝光照 [2]　曾富生 [3]

摘要：台南白在台灣已有 80 年以上之栽培歷史，經農民自行留種及傳播全島，歷經不同生態環境的淘汰，顯示各地區之台南白族群內仍然維持著極大的變異存在，同時已有分化產生，地理位置處於較北的桃園及花蓮族群，其株高及葉面積最小；台中、彰化及雲林等中部族群，其株高及葉面積大於北部族群；屏東及台東較偏南之族群，其株高、葉片數及單株葉面積均爲最大。整體而言，族群間營養性狀的表現呈現，屏東、台東＞台中、彰化、雲林＞桃園、花蓮。影響其分化的主要因子可能爲溫度梯度造成。

關鍵詞：台南白、玉米、族群、變異。

前　言

環境的差異，對植物造成不同的淘汰壓而促使植物的分化並形成不同生態型 [7,11]。台灣不同地區的五節芒族群，經研究發現有族群分化的現象 [9]；而陳和曾 [3] 調查台灣不同地區的香附子族群，亦發現族群間分化出不同的生態型。水稻雜種集團栽培於台灣北中南不同地區，亦在 F_5 世代後發現有不同的淘汰作用，以致形成不同地區族群之特性 [2]。作物的品種種植於不同的環境下，其性狀的反應並非完全一樣，這種現象稱爲基因與環境之交感作用，而長期處於不同環境下，且經由自然或人爲選汰作用後 [14]，品種的遺傳組成會漸漸改變（genetic progress）。Bretting et al. [18] 研究 Guatemalan 地區玉米小種（race）同功異構酶（isozyme）的變異，指出小種間其同功異構酶的變異，在高海拔地區之小種具有較高頻度之 ACP1-2 與 Mdh2-6 等位基因；而低海拔的小種則具有較多的 ACP1-4 與 Mdh2-3 等位基因。而西非地區玉米的地方品種（landraces）在灌木田區（bushfield）與田園田區（household field）的栽培生態環境下，其同功異構酶也呈現品種間的分化現象 [13]。江等 [1] 以蜀黍爲材料，進行早期世代蜀黍逢機交配族群農藝性狀之探討，結果指出初期族群及繼代逢機交配族群其開花日數及株高皆與生育環境有交感效應存在，會影響逢機交配造成下一代族群遺傳組成的差異，而由農藝性狀的歪度顯著性測驗知，蜀黍在進行逢機交配時，因受生育環境的影響會產生遺傳轉移（genetic shift）之現象。

玉米台南白在台灣的栽培已有 80 年以上的歷史，係日據時代從日本傳入，由於不論用水煮或碳烤，皆具有特殊的口感和食味，因此雖未曾刻意加以推廣，卻始終深受消費者的喜愛，爲一重要的鮮食用白玉米品種而偏佈全台灣各地。但是有關台南白的研究報告，卻相當有限。台南白在台灣全省各地普遍栽培已有十分久遠的歷史，且當地農民培栽均採自行留種，加上台灣各地之農業生態型有顯著差異 。黃等 [5] 指出不同地區之台南白族群的農藝性狀平均值已有顯著差異，認爲不同地區之族群間已

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1948 號。
2. 本所農藝系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學農藝學系教授。台灣省　台中市。

有分化形成。而不同的栽培環境（地區、季節、氮肥施用量，栽培密度）也顯示對產量及農藝性狀的表現上有明顯差異[6]。另張等[4]以七個不同地區的台南白族群爲材料，分析種子中貯藏性蛋白質Zein含量，顯示Zein分子之各個性狀在各地區族群內及族群間仍呈現相當之變異性。然而有關不同地區之台南白族群內及族群間性狀的變異範圍有多大及其族群結構特性尙未有文獻可供參考，有加以探討之必要。

本研究目的即在探討所蒐集台灣不同地區之台南白族群，其重要農藝性狀在族群之變異特性，欲瞭解不同台南白族群間歧異性的程度，以提供台南白族群在鮮食用王米育種上自交系分離選拔與利用的資訊。

材料與方法

由台灣不同地區（台中、彰化、雲林、台南、屏東、台東、花蓮、桃園）所蒐集之台南白族群種子（係由3—5個地點農民自行留種之大量種子逢機各取2公斤）爲材料種植於農試所試驗田。田間設計爲逢機完全區集設計（RCBD），四重複，八個族群參試，1994年秋（9月7日）進行田間試驗，每一族群每重複種植120穴，每穴二粒播，待發芽長至20公分時進行間苗，每穴留一株，行長6m，六行區，行株距爲80×30cm。公頃三要素肥料量爲N：P_2O_5：K_2O=200：90：60。氮素60公斤及磷、鉀肥全量於施基肥時一次施用，其餘氮素140公斤則於齊膝期培土時施用。田間管理，包括除草、中耕培土及灌溉等項，均依照一般玉米栽培法進行。小區中所有植株，以單株爲單位，進行性狀調查。

在玉米生育期間及果穗採收烘乾後調查下列性狀：

(1)分蘗數（No. of tillers）：幼苗出土後45天，調查單株之分蘗芽數，以No. / plant表示。

(2)株高（plant height）：於植株雄穗開花後，由地面至雄穗穗頸節之高度，以cm表示。

(3)穗位高（ear height）：於雌穗吐絲後，由地表至最上位雌穗著生節位之高度，以cm表示。

(4)總葉數（total leaf number）：於雄穗抽出後，調查單株之總葉數，以No./plant表示。

(5)穗位葉葉長（ear leaf length）：於雌穗吐絲後，量最上位雌穗節位 葉片之葉長，以cm表示。

(6)穗位葉葉寬（ear leaf width）：於雌穗吐絲後，量最上位雌穗節位葉片之葉身最寬部位之長度，以cm表示。

(7)單株葉面積（leaf area per plant）：由頂端往下數第八片葉的長度與該葉最寬部位長度的乘積，再乘以0.75及9.39所獲得的cm^2數值[12]。

(8)吐絲期（days to silking）：係指由播種日起至植株達雌穗吐絲所需之日數。

(9)穗數（ear number）：係指單株有花絲吐出之雌穗數。

(10)果穗乾重（ear dry weight）：達生理成熟期之果穗，以70℃之烘乾機烘7天，待回溫至常溫下，稱其果穗乾重，以g表示。

(11)籽粒乾重（grain dry weight）：達生理成熟期之烘乾果穗，脫粒後籽粒（15.5%水分）之重量，以g表示。

(12)行數（row number）：生理成熟後採收之果穗，調查其單穗之子粒行數。

(13)穗長（ear length）：生理成熟之烘乾果穗，量其整穗長度，以cm表示。

(14)百粒重（100-kernel weight）：烘乾單穗之籽粒，逢機取100粒，秤其重量，以g表示。

(15)百粒體積（100-kernel volume）：烘乾單穗之籽粒，逢機取100粒，利用排水法，以100ml 之量筒，加上40ml 水後，再倒入100粒種子，震動排出種子表面氣泡後，記錄其上升之體積，以ml表示。

(16)單行籽粒數（kernel number）：逢機選取果穗上之一行，數其籽粒數，以No./row表示。

所得之數據先以SAS, General Linear Models Procedure進行變方分析及平均值顯著性比較；然後再

以 Univariate Procedure 進行不同地區個別族群各個性狀族群介量之分析，同時以頻度分布圖來表示不同族群間之分布頻度。

結 果

從台灣不同地區（台中、彰化、雲林、台南、屏東、台東、花蓮、桃園）所蒐集之台南白族群，在 1994 年秋作之田間試驗，顯示所調查的性狀，除了果穗乾重外，其餘性狀在地區族群間均達顯著差異（表 1）。

表 1. 八個不地區台南白族群農藝性狀之均方值

Table 1. Mean squares from ANOVA of agronomic characters of eight TNW populations, collected from different sites of Taiwan, planted at Wufeng in fall of 1994.

Source	DF	No. of tillers	Plant height	Ear height	Total leaf number	Ear leaf length	Ear leaf width	Leaf area per plant	Days to silking
Block	3	0.0006	12.17	8.08	0.061	1.526	0.058	7,891	2.813
Population	7	0.0092**	1,029.58**	610.82**	16.552**	10.234**	0.631**	395,823**	20.578**
Error	21	0.0011	11.27	6.34	0.092	1.025	0.044	7,964	3.165

(continue table 1)

Source	DF	Ear number	Ear dry weight	Grain dry weight	Row number	Ear length	100-kernel weight	100-kernel volume	kernel number
Block	3	0.0028	80.97*	24.55	0.006	0.067	0.500	0.225	0.236
Population	7	0.0496**	49.55	44.46**	0.144**	0.601*	5.032**	3.716**	1.551**
Error	21	0.0024	20.14	11.79	0.007	0.174	0.305	0.523	0.336

*,** Significant at 0.05 and 0.01 probability levels, respectively.

比較八個族群各個農藝性狀之平均值，結果如表 2 所列，詳述如下：

(1)分蘗數：花蓮、雲林及台南之族群分蘗數較多，其次爲屏東及台東，最少者爲台中及桃園兩族群。

(2)株高：屏東及台東二族群最高，其次爲台中及彰化、雲林、台南及桃園，最矮爲花蓮。

(3)穗位高：以屏東及台東族群最高，其次爲台中、彰化、台南、雲林、桃園，最低者爲花蓮族群。

(4)總葉片數：屏東及台東族群之葉片數最多，其次爲花蓮、桃園及彰化，最少者爲雲林及台南。

(5)穗位葉之葉長：以屏東及台東最長，其餘族群長度類似。

(6)穗位葉之葉寬：以屏東及台東之葉寬最寬，花蓮及桃園較窄，其餘地區之族群則介於中間，彼此之間並無差異。

(7)單株葉面積：屏東及台東二族群的單株葉面積較大，其次爲台中、彰化、雲林、台南，最小者爲花蓮及桃園二族群。

(8)吐絲期：屏東及台東二族群，從播種達吐絲所需之日數最多，其次爲彰化與桃園，吐絲期最少者爲台中、雲林及花蓮三族群。

(9)穗數：單株有吐絲的穗數以彰化及台南之族群最多，其次爲雲林、台東及桃園，最少者爲屏東及花蓮。

(10)果穗乾重：八個不同地區之族群平均值並沒有顯著差異。

(11)籽粒乾重：雲林、台南之籽粒乾重較大，最少者爲台中族群。

(12)行數：以雲林、台南及桃園三族群行數較多，最少者爲台中及彰化族群。

(13)穗長：彰化、雲林、台南及屏東等族群之穗較長，但四族群彼此間則無顯著差異，而桃園族群之穗最短。

(14)百粒重：台中及彰化二族群之百粒重最大，分別爲 40.13 與 40.31g，其次爲雲林、台南、屏東、台東及花蓮，最小者爲桃園。

(15)百粒體積：屏東及彰化二族群之籽實體積較大，而較小者爲台中、雲林、花蓮及桃園，但族群間並無顯著差異。

(16)單行籽粒數：台南及屏東二族群的單行籽粒數較多，最少者爲花蓮。

八個不同地區之台南白族群，各個性狀之頻度分布及族群介量分析，結果示如圖 1 及表 2 及 3，各性狀說明如下：

表 2. 八個不地區台南白族群農藝性狀之平均值及變異係數

Table 2. Population mean and coefficient of variation （CV%） for agronomic characters of eight TNW populations, planted at Wufeng in fall of 1994.

Population parameters	Sites	No. of tillers (No./plant)	Plant height (cm)	Ear height (cm)	Total leaf number (No./plant)	Ear leaf length (cm)	Ear leaf width (cm)	Leaf area per plant (cm^2)	Days to silking (day)
Mean($\bar{x}$)	HL[z]	0.23	194	93	14.7	84.5	8.7	5,233	56.6
	TY	0.11	207	104	14.2	84.3	8.8	5,264	60.5
	TC	0.11	214	109	13.4	85.1	9.0	5,419	55.9
	CH	0.15	209	109	4.0	84.6	9.2	5,527	60.9
	YL	0.22	208	103	12.9	85.8	9.2	5,603	56.9
	TN	0.21	209	106	13.0	83.9	9.1	5,402	58.1
	PT	0.18	237	125	17.6	88.6	9.7	6,125	63.1
	TT	0.18	240	13	17.9	86.4	9.7	5,919	62.9
	$LSD_{0.05}$	0.06	5	3	0.4	1.4	0.3	131	2.6
	$LSD_{0.01}$	0.05	7	5	0.6	2.0	0.4	178	3.6
Coefficient of variation (CV %)	HL	226.4	14.5	20.2	9.7	10.0	13.9	17.7	6.9
	TY	397.3	13.9	21.8	9.3	10.9	12.8	16.8	7.2
	TC	372.7	13.6	21.0	8.9	11.2	11.8	16.9	6.9
	CH	316.2	13.3	19.4	9.8	10.4	12.5	16.6	6.4
	YL	251.6	15.4	21.8	10.4	9.3	13.1	16.4	9.0
	TN	257.4	13.0	20.7	10.5	11.2	13.5	17.5	9.2
	PT	253.0	11.7	17.6	7.5	10.6	12.8	16.0	6.4
	TT	277.7	11.9	17.1	7.3	44.4	12.5	16.8	6.2

(continue table 2)

Population parameters	Sites	Ear number (No./plant)	Ear dry weight (g/ear)	Grain dry weight (g/ear)	Row number (No.)	Ear length (cm)	100-kernel weight (g)	100-kernel volume (ml)	kernel number (No./row)
Mean($\bar{x}$)	HL [Z]	1.30	117	98	8.5	15.2	38.15	31.8	32.5
	TY	1.55	113	99	8.5	12.1	36.91	31.2	33.4
	TC	1.46	109	94	8.1	14.8	40.13	31.5	33.3
	CH	1.62	116	101	8.1	15.9	40.31	33.8	33.6
	YL	1.55	119	103	8.6	15.5	38.00	31.8	33.4
	TN	1.60	121	105	8.5	15.5	38.37	32.2	34.3
	PT	1.36	119	101	8.2	15.4	38.18	33.1	34.1
	TT	1.53	115	99	8.3	14.8	38.13	32.6	33.0
	$LSD_{0.05}$	0.07	7	5	0.1	0.6	0.81	1.0	0.8
	$LSD_{0.01}$	0.09	9	7	0.2	0.8	1.10	1.4	1.1
Coefficient of variation (CV %)	HL	36.8	34.0	35.3	14.4	18.6	19.0	18.1	22.5
	TY	37.4	30.3	31.8	13.5	17.3	17.0	16.5	20.9
	TC	39.2	33.8	34.5	12.0	18.6	17.8	17.8	22.7
	CH	34.5	30.9	31.7	13.2	17.4	16.8	16.1	20.7
	YL	34.8	35.6	35.6	15.5	19.0	20.2	19.7	22.5
	TN	33.8	32.1	32.8	12.9	17.6	19.1	18.5	21.0
	PT	45.2	31.3	32.9	11.2	17.8	18.1	16.6	22.0
	TT	38.7	34.3	35.9	12.0	18.5	16.9	16.0	25.3

[Z] TC : Taichung, CH : Changhua, YL : Yunlin, TN : Tainan,
PT : Pingtung, TT : Taitung, HL : Hualien, TY : Taoyuan.

表 3. 八個不地區台南白族群農藝性狀之常態性檢定

Table 3. Normality test of agronomic characters of eight TNW populations, planted in Wufeng at fall of 1994.

Sites	Tiller number	Plant height	Ear height	Leaf number	Ear leaf length	Ear leaf width	Leaf area per plant	Days to silking
TC[Z]	*	*	*	*	N	N	N	*
CH	*	*	*	*	N	N	N	*
YL	*	N	N	*	N	N	N	*
TN	*	N	N	*	*	N	N	*
PT	*	*	*	*	N	N	N	*
TT	*	*	*	*	*	N	N	*
HL	*	N	N	*	*	N	N	*
TY	*	N	N	*	*	N	N	*

Sites	Ear number	Ear dry weight	Grain dry weight	Row number	Ear length	100-kernel weight	100-kernel volume	kernel number
TC[Z]	*	*	*	*	*	N	N	*
CH	*	N	*	*	*	N	N	N
YL	*	*	*	*	*	*	N	*
TN	*	N	*	*	*	N	*	*
PT	*	*	*	*	*	N	N	N
TT	*	*	*	*	*	N	*	*
HL	*	N	N	*	*	N	*	*
TY	*	N	N	*	*	N	N	N

* Significant at 5% level of normality test.
N : Normal distribution
[Z] TC : Taichung, CH : Changhua, YL : Yunlin, TN : Tainan,
PT : Pingtung, TT : Taitung, HL : Hualien, TY : Taoyuan

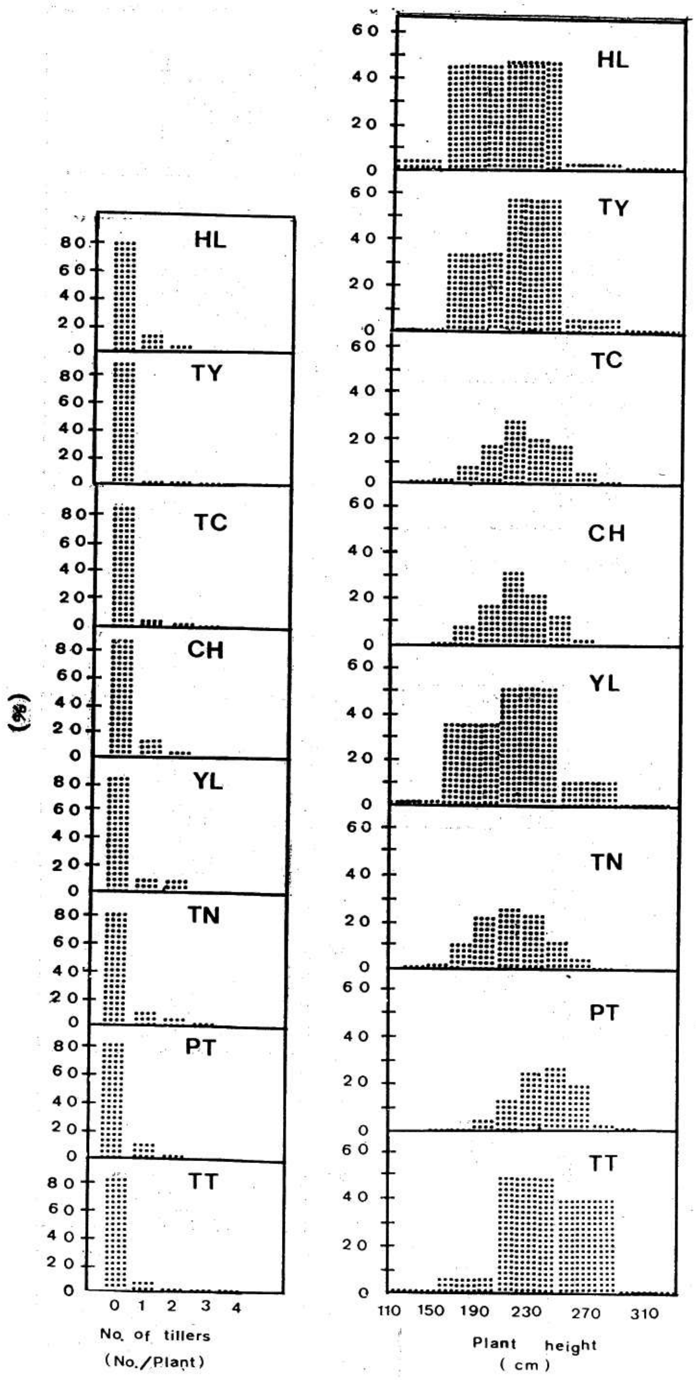
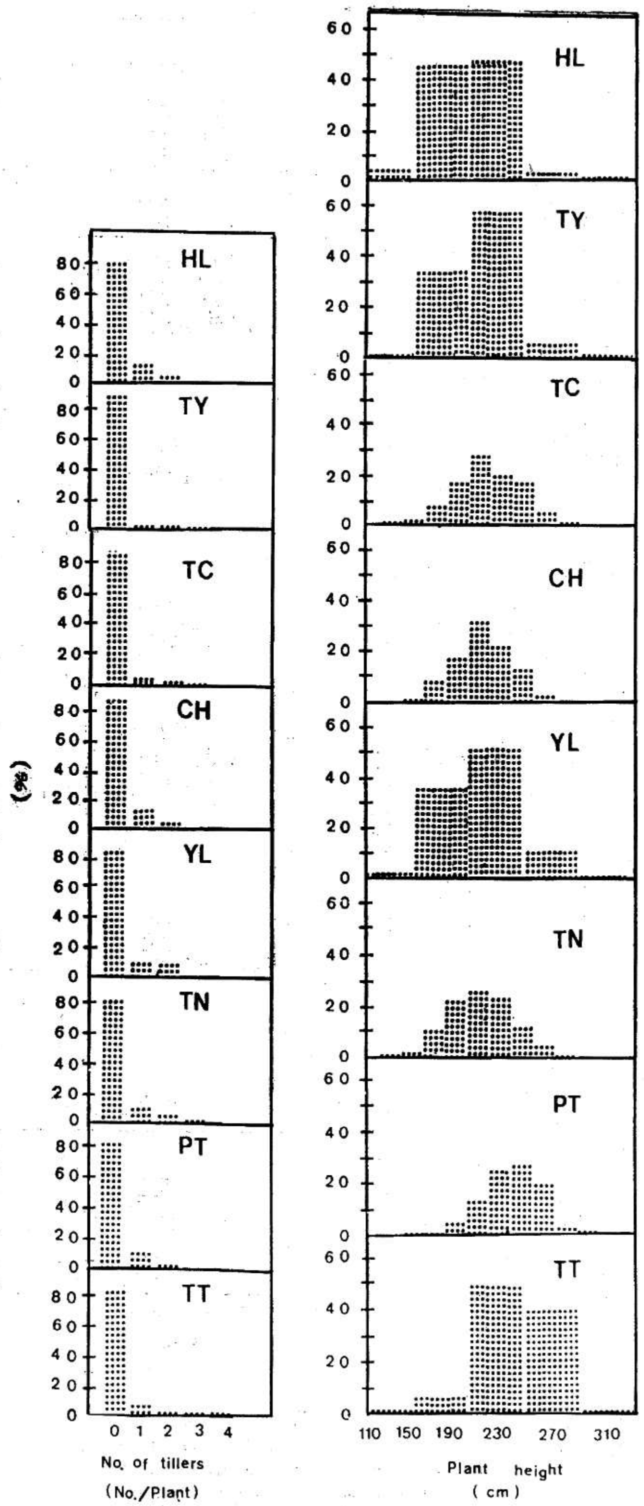
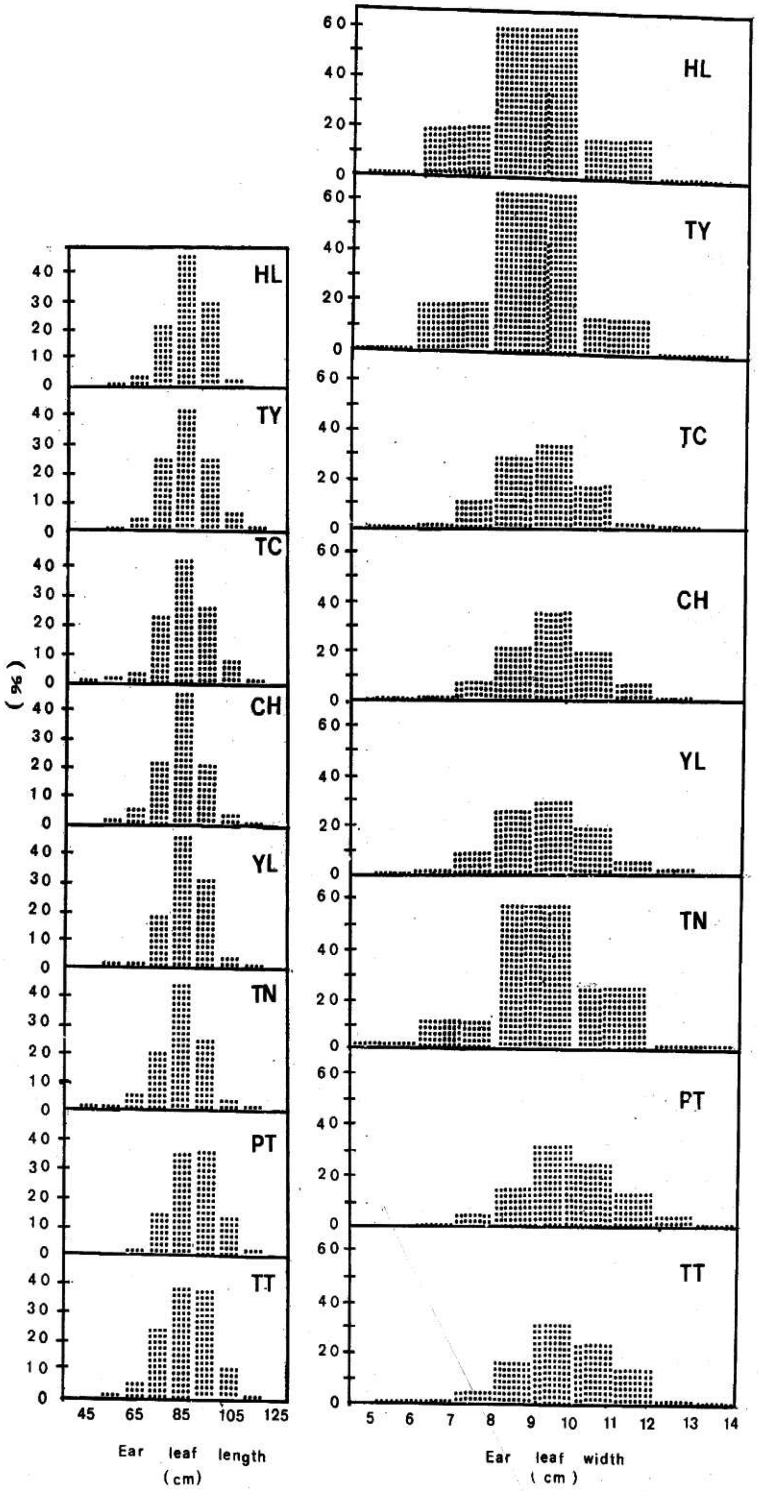
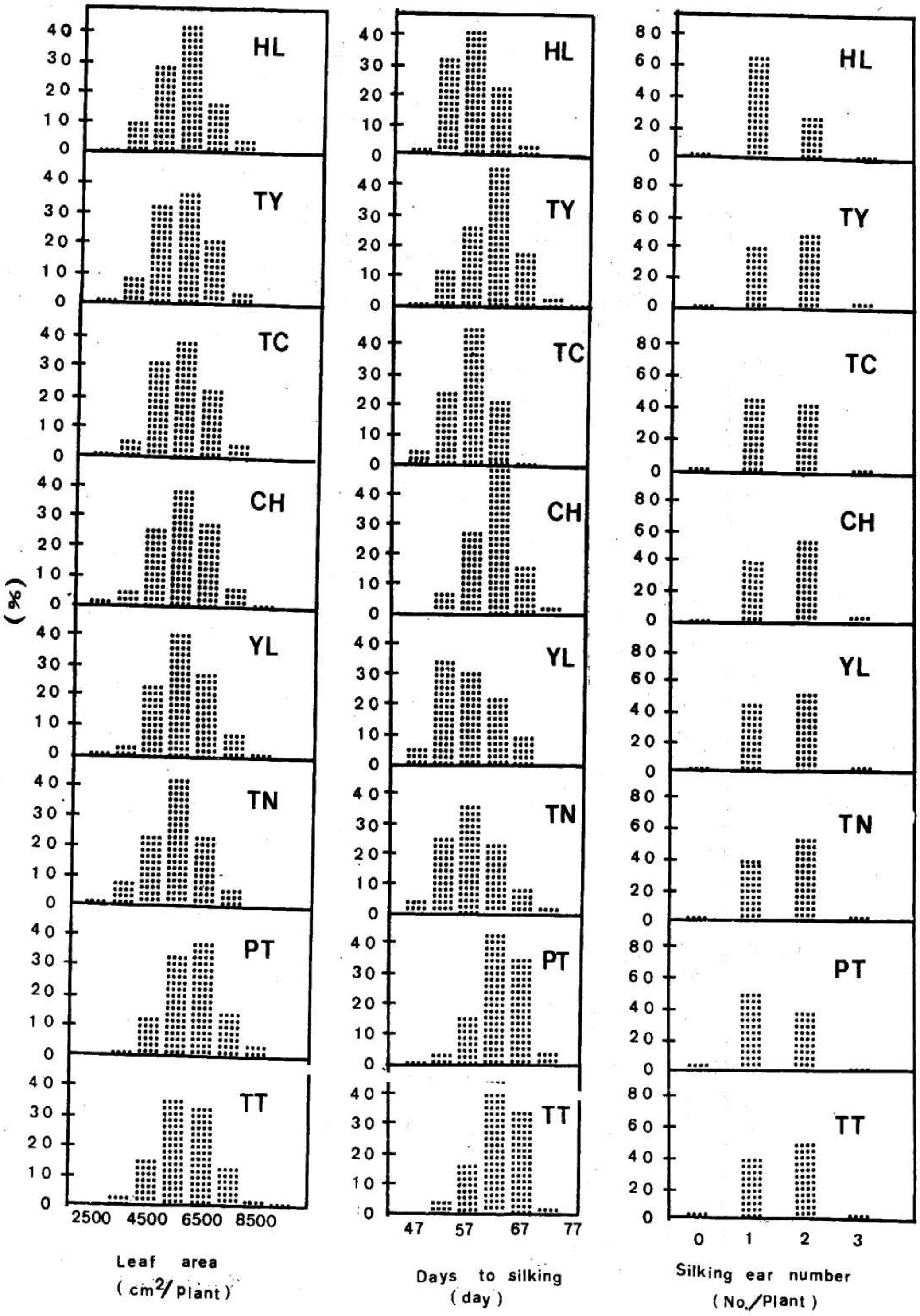


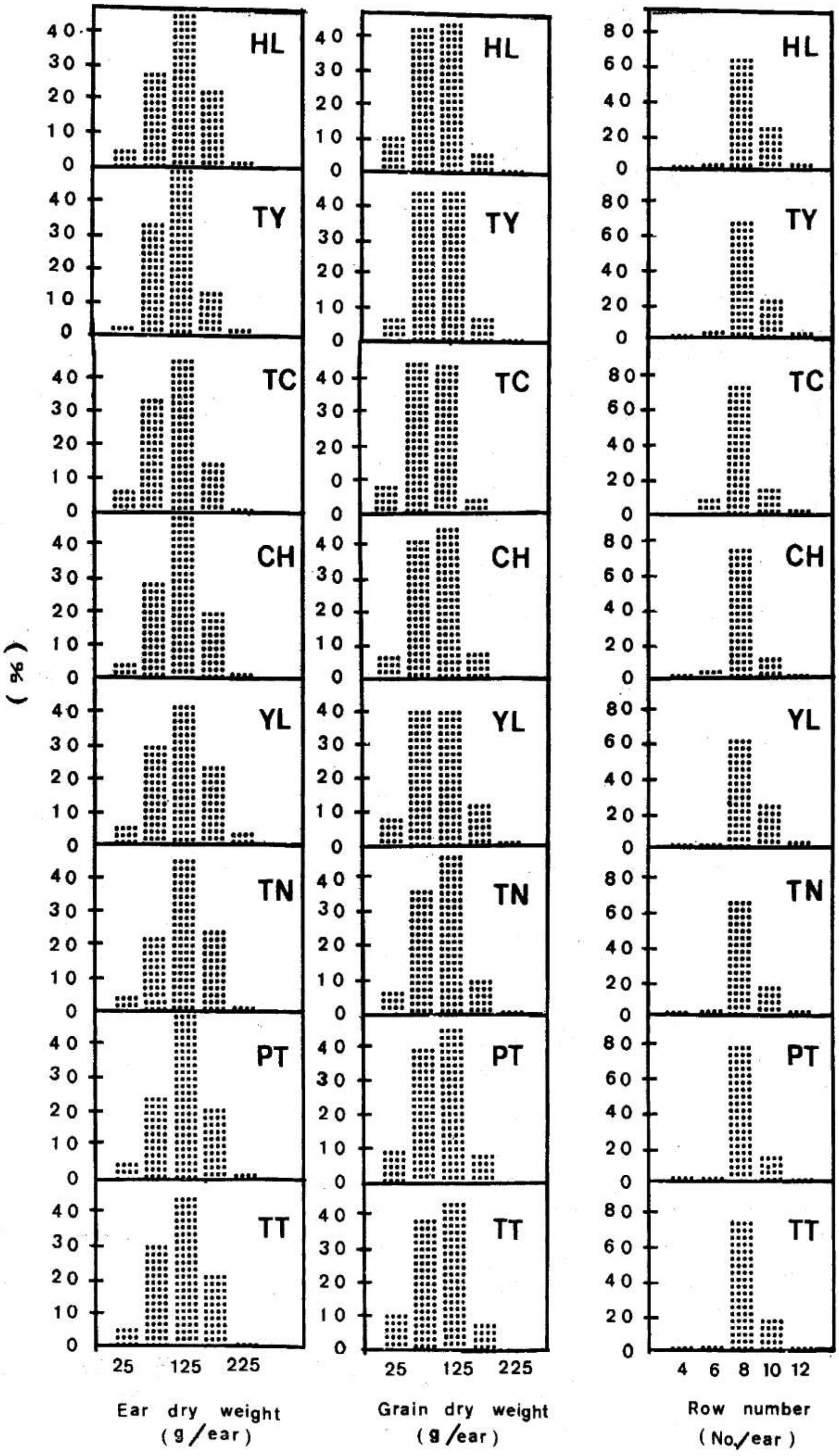
圖 1. 八個不同地區台南白族群農藝性狀之頻度分布

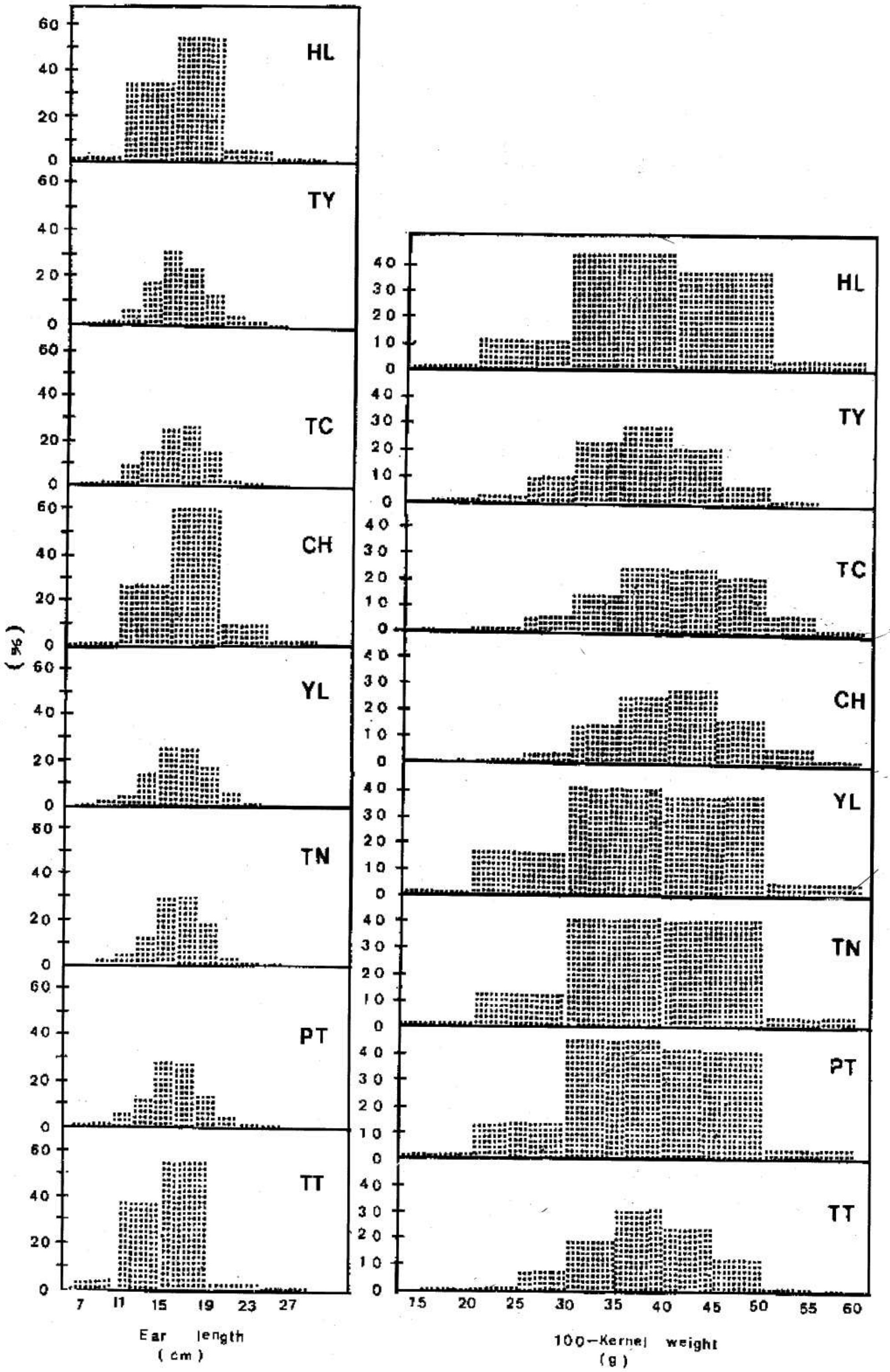
Fig. 1. Distributions of agronomic characters of TNW populations collected from different sites in Taiwan, and planted at Wufeng in fall of 1994.
TC: Taichung, CH: Changhua, YL: Yunlin, TN: Tainan,
PT: Pingtung, TT: Taitung, HL: Hualien, TY: Taoyuan.

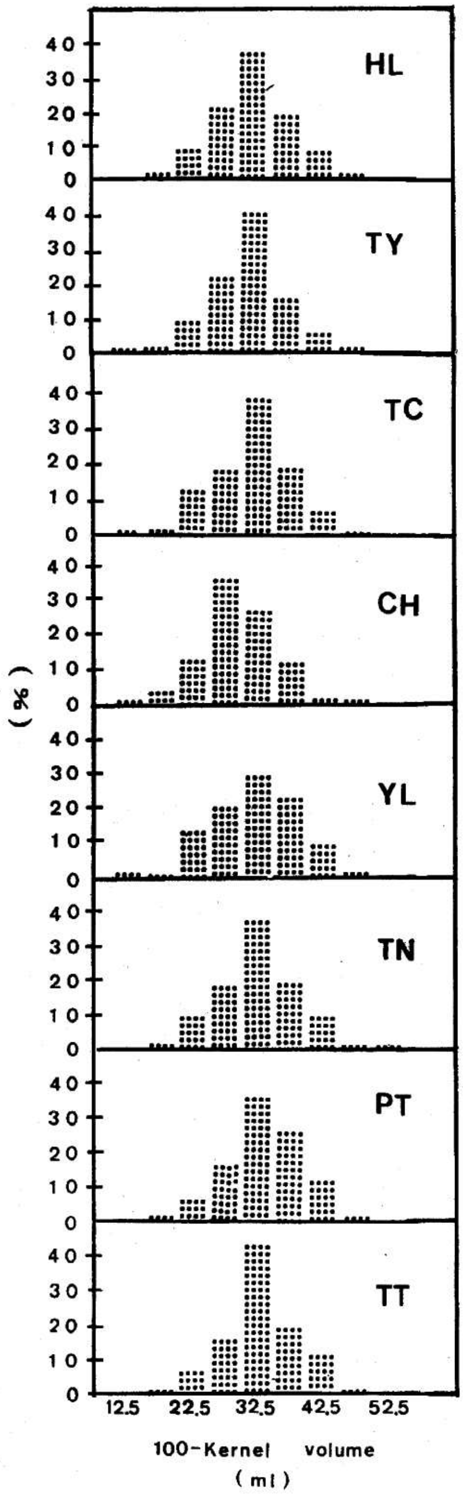

(%)
HL
TY
TC
CH
YL
TN
PT
TT
80
60
40
20
0
0 1 2 3 4
No. of tillers
(No./Plant)
60
40
20
0
110 150 190 230 270 310
Plant height
(cm)

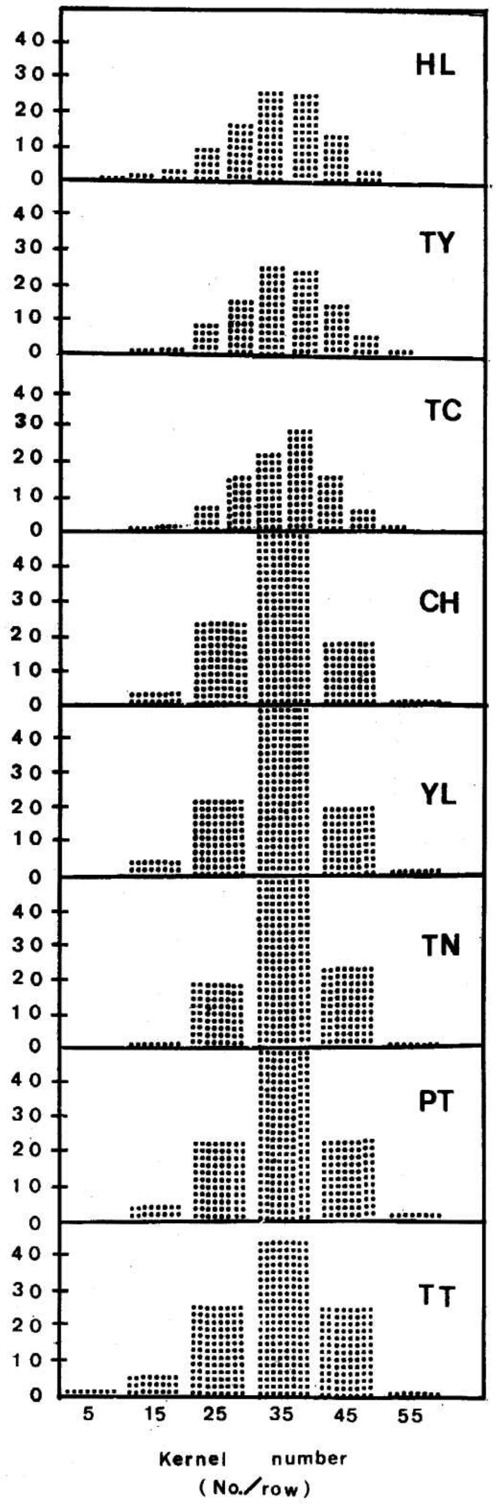

HL
TY
TC
CH
YL
TN
PT
TT
(%)
45 65 85 105 125
Ear leaf length
(cm)
Ear leaf width
(cm)


(%)
HL
TY
TC
CH
YL
TN
PT
TT
0
10
20
30
40
60
80
2500 4500 6500 8500
Leaf area
(cm2/ plant)
47 57 67 77
Days to silking
(day)
0 1 2 3
Silking ear number
(No./Plant)


HL
TY
TC
CH
YL
TN
PT
TT
(%)
25 125 225
Ear dry weight
(g/ear)
Grain dry weight
(g/ear)
4 6 8 10 12
Row number
(No/ear)


(%)
60
40
20
0
HL
TY
TC
CH
YL
TN
PT
TT
7
11
15
19
23
27
Ear length
(cm)
40
30
20
10
0
15
20
25
30
35
40
45
50
55
60
100-Kernel weight
(g)


40
30
20
10
0
HL
TY
TC
CH
YL
TN
PT
TT
(%)
12.5
22.5
32.5
42.5
52.5
100-Kernel volume
(ml)


40
30
20
10
0
HL
TY
TC
CH
YL
TN
PT
TT
5
15
25
35
45
55
Kernel number
(No./row)

(1)分蘗數：八個不同地區之族群，均呈現非常態分布，以分蘗數較少者之植株佔較大比例，達 80 %以上，均呈現高峰左偏之分布；變異係數以台中及桃園最大，最小者爲花蓮族群。

(2)株高：雲林、台南、花蓮及桃園呈現常態分布，而台中、彰化、屏東及台東則爲非常態分布。台中呈現低峰右偏，彰化爲常峰稍偏右之現象，屏東及台東均呈高峰右偏分布。變異係數以雲林及花蓮最大，最小者爲屏東及台東之族群。

(3)穗位高：雲林、台南、花蓮及桃園呈現常態分布，而台中、彰化、屏東及台東則爲非常態分布。台中與彰化爲低峰左偏分布，屏東及台東呈高峰對稱分布。變異係數則以雲林及桃園最大。

(4)總葉片數：八個族群均呈現非常態分布。台中呈現低峰對稱分布，彰化、雲林與桃園爲高峰右偏，台南爲常峰右偏分布，屏東與台東呈高峰右偏分布，花蓮呈低峰右偏分布。變異係數則以雲林、台南族群最大，屏東與台東族群則具有最小之變異係數。

(5)穗位葉葉長：台中、彰化、雲林與屏東族群呈現常態分布，台南與花蓮爲高峰右偏分布，台東呈常峰右偏分布，桃園呈常峰左偏分布。變異係數以台東族群最大，其餘族群則相近。

(6)穗位葉之葉寬：八個族群均呈現常態分布，變異係數則以花蓮最大，最小者爲台中族群。

(7)單株葉面積：八個族群均呈現常態分布，變異係數介於 16.02—17.74 間，族群間差異不大。

(8)吐絲期：八個族群均呈現非常態分布，台中與花蓮呈現低峰左偏分布，彰化爲低峰對稱分布，雲林爲低峰左偏分布，台南呈現常峰左偏分布，屏東爲高峰右偏分布。台東與桃園呈現低峰右偏分布，變異係數則以雲林與台南較大，台東及台中二族群最小。

(9)穗數：八個族群均爲非常態分布，台中、彰化與花蓮呈低峰左邊分布，雲林、屏東與台東呈現低峰右偏分布，台南與桃園則爲低峰對稱分布。變異係數以屏東族群最大，台南族群最小。

(10)果穗乾重：彰化、台南、花蓮與桃園爲常態分布，台中、雲林、屏東與台東則呈現非常態分布。台中、屏東與台東爲低峰右偏分布，雲林則爲低峰左偏分布。變異係數則以雲林較大，最小者爲桃園族群。

(11)籽粒乾重：花蓮、桃園爲常態分布，台中、彰化、台南、屏東與台東則爲低峰右偏分布，雲林呈低峰左偏分布。變異係數以台東最大，彰化最小。

(12)行數：八個不同地區族群均爲非常態分布，彰化爲高峰右偏分布，其餘地區族群則爲高峰左偏分布。變異係數以雲林較大，屏東族群較小。

(13)穗長：八個不同地區族群均爲非常態分布，台中與雲林爲低峰右偏分布，彰化、台南、屏東、台東、花蓮與桃園呈高峰右偏分布。變異係 數以雲林最大，最小者爲桃園族群。

(14)百粒重：除雲林族群爲非常態分布外，其餘七個族群爲常態分布。雲林呈低峰對稱分布。變異係數以雲林最大，彰化與台東二族群最小。

(15)百粒體積：台中、彰化、台南與桃園爲常態分布，雲林爲低峰對稱分布，屏東與台東呈現低峰右偏分布，花蓮呈現低峰左偏分布。變異係數以雲林最大，屏東族群之變異最小。

(16)單行籽粒數：彰化、屏東與桃園呈現常態分布，台中、雲林、台南、花蓮均爲高峰右偏分布，台東爲低峰左偏分布。變異係數以台東族群最大，彰化與桃園族群之變異係數最小。

討　論

玉米台南白的栽培主要目的係於乳熟期階段當作鮮食用，爲一天然授粉品種，具有種實粒大、生長旺盛，但性狀不整齊等特性。自從日據時代引入台灣後，種子即一直由農民自行留種及傳播，因此在台灣各地，一年四季皆有種植，經由長期天然淘汰及農民有意或無意選種的結果，使得台南白成爲一適應性良好，病蟲害抗性強，且具有特殊的咀嚼感及風味，深受農民及消費者喜愛，因此種源一直流傳至今。

台灣雖然是一個小島，但東、西、南、北等各地之栽培季節、溫度、日照有顯著差異，此種農業生態環境對水稻雜種集團之後裔有不同的淘汰作用，致不同地區之F_5集團農藝性狀有顯著差異，呈現分化現象[2]。本研究從台灣不同地區（台中、彰化、雲林、台南、屏東、台東、花蓮、桃園）所蒐集的台南白族群，種植於台中地區，發現族群間農藝性狀之平均值均有顯著之差異存在，造成地區族群間性狀的差異，可能係由各地生態環境的不同[8,13]，造成逢機交配受影響[1]，致下一代的遺傳組成份因此發生改變，長久以來再加上栽培環境之不同氣候的結果使得台南白在不同地區形成分化的族群[4,5]。

台南白之分蘗數、株高、穗位高、總葉片數、穗位葉葉長、穗位葉葉寬、單株葉面積、吐絲期、穗數、果穗乾重、籽粒乾重、行數、穗長、百粒重、百粒體積及單行籽粒數，不同地區之族群其變異範圍的大小也有所不同，且各個族群內也存在極大的變異，是爲一豐富且優良的種質基因庫。

另外不同地區之台南白族群農藝性狀之頻度分布也有所不同。有的呈常態分布，有的則爲非常態分布，在峰度及偏歪度上也有所不同。株高的平均表現爲台東及屏東族群最高，呈現高峰右偏分布；彰化及台中之族群，呈現低峰右偏分布；花蓮及桃園兩個偏北之族群株高最矮。葉片數呈現屏東及台東＞花蓮、桃園＞台中、雲林及台南族群，所有族群均爲非常態分布。單株葉面積的表現，八個不同地區之族群均呈現常態分布，但其變異範圍有所差異，花蓮、桃園以 5,500 cm^2的植株佔有較大的比例，其變異介於 2,500～7,500 cm^2之間，大小相差 3 倍，平均數分別爲 5,233 及 5,264 cm^2。台中、彰化、雲林與台南族群，皆以 5,500 cm^2的植株佔有較大的比例，變異範圍介於 2,500～7,500 cm^2之間，大小相差 3 倍左右，平均單株葉面積介於 5,402～5,603 cm^2之間。屏東與台東族群變異範圍介於 3,500～8,500 cm^2之間，大小相差 2.5 倍左右，平均數分別爲 6,125 與 5,919 cm^2。

所調查的性狀中，屬於穩定性狀的有總葉數、穗位葉葉長、穗位葉葉寬及吐絲期等；而株高、穗位高、單株葉面積、果穗乾重、籽粒乾重、行數、穗長、百粒重、百粒體積及單行籽粒數等性狀，易受環境因素左右，可藉基因型與環境之交感作用來加以改良；單株分蘗數之 CV 值最大，爲最不穩定之性狀，完全由環境因素左右其表現，因此不同地區間之變異也較大。

綜合上述植株之營養性狀來看，花蓮及桃園北部之族群呈現株高較矮、平均總葉片數分別爲 14.2 與 14.7，但其葉寬較窄，故單株葉面積呈現較小的特性；台中、彰化、雲林中部族群其平均株高高於花蓮及桃園族群，但總葉片數較北部來得少，穗位葉葉長之表現北部與中部族群間沒有差異，但是穗位葉葉寬則呈現中部大於北部的現象，而其平均單株葉面積，呈現中部族群較北部桃園及花蓮族群大。屏東及台東兩地之族群其株高、總葉片數、穗位葉葉長、穗位葉葉寬與單株葉面積均爲最大，整體而言，族群間營養性狀的表現呈現屏東及台東＞台中、彰化、雲林與台南＞花蓮與桃園，可能與其族群長期處於不同氣溫梯度下（北低→南高）有關，因高溫有利於總葉片數、葉面積及株高均較大植株的表現[10,15]，故使台南白在不同生態環境下有顯著差異。

籽粒乾重的表現，花蓮及桃園族群呈現常態分布，其餘 6 個地區之族群爲非常態分布。雲林呈現低峰稍左偏分布，台中、彰化、台南、屏東及台東等則均爲低峰右偏之現象。另外雲林、台南、花蓮等三族群中存在有較高比例之高產植株，同時其變異範圍也較大。由此可知不同地區之族群內仍具有極大的變異，可能係由於各族群具有之有利基因頻率不同所致。

引用文獻

1. 江明樹、林志東、王裕權、陳成。1995。早世代蜀黍逢機交配族群農藝性狀之探討。中華農藝 5：261-276。

2. 吳詩都、許東暉、曾富生。1987。期作分裂淘汰及不同栽培地區對水稻雜種集團育種行爲之影響Ⅲ. 在不同地區雜種集團經三代淘汰後之農藝性狀的變異。農林學報 26(2)：101-138。

3. 陳勝彰、曾富生。1990。台灣旱田雜草香附子種內變異之研究Ⅱ. 七個地區族群之形態特性之變異。中華民國雜草學會

會刊 11：45-61。

4. 張世融、盧虎生、黃懿秦、朱鈞。1994。不同地區台南白玉米貯藏性蛋白質（Zein）之含量與變異。中華農藝 4：129 -135。

5. 黃懿秦、楊文煌、曾美倉、謝兆樞。1990。不同地區之台南白玉米族群間農藝性狀差異之比較。台大農學院研究報告 30（3）：52-59。

6. 楊文煌、黃懿秦、曾美倉、黃賢喜。1991。不同栽培環境對台南白玉米產量及農藝性狀之影響。中華農藝 1:293-308。

7. Antonovics, J. 1976. The input from population genetics " The new ecological genetics ". System. Bot. 1：233-243.

8. Bretting.P.K., M.M.Goodman, and C.W.Stuber. 1990. Isozymatic variation in Guatemalan races of maize. Amer. J. Bot.77:211 - 225.

9. Chou,C.H., S.Y.Hwang, and F.C.Chang. 1987. Population study of *Miscanthus floridulus* (Labill) Warb. Ⅰ. Variation of peroxidase and esterase in 27 populations in Taiwan. Bot. Bull. Acad. Sinica 28:247-281.

10. Hesketh,J.D., S.S.Chase, and D.K.Nanda. 1969. Environmental and genetic modification of leaf number in maize, sorghum, and Hungarian millet. Crop Sci. 9：460-463.

11. Jones,M.E. 1971. The population genetics of *Arbidopsis thaliana.* Ⅰ. The breeding system. Heredity 27：39-50.

12. Pearce,R.B., J.J.Mock, and T.B.Bailey. 1975. Rapid method for estimating leaf area per plant in maize. Crop Sci.15：691 -694.

13. Sanou,J., B.Gouesnard, and A.Charrier. 1997. Isozyme variability in west African maize cultivars （*Zea mays* L.). Maydica 42：1-11.

14. Stuber,C.W., R.H.Moll, M.M.Goodman, H.E.Schaffer, and B.S.Weir. 1980. Allozyme frequency change associated with selection for increased grain yield in maize （*Zea mays* L.). Genetic 95：225-236.

15. Warrington,I.J., and E.T.Kanemasu. 1983. Corn growth response to temperature and photoperiod. Ⅲ. Leaf number. Agron. J. 75：762-766.

Variation of the Agronomic Characters of Different Tainan-White Maize Populations in Taiwan[1]

Guang-Jauh Shieh[2] and Fu-Sheng Thseng[3]

Summary

Tainan-White (TNW) is a native maize population which has been cultivated for over 80 years in Taiwan. TNW has been conventionally ultilized as a green corn. Eight Tainan-White populations collected from Pingtung, Taitung, Tainan, Taichung,Changhua, Yunlin, Hualien and Taoyuan areas were planted at Wufeng in fall of 1994. The results showed significant differences in many agronomic characters among the eight TNW maize populations and large variation also existed among different populations. The vegetative characters (plant height,ear leaf length and leaf area per plant) of TNW populations collected from Taitung and Pingtung were higher than those of populations from the Taichung, Changhua, Yunlin, and the populations of Hualien and Taoyuan have the lowest plant height and leaf area per plant. The results indicated that the temperature of different areas maybe a main factor for the differentiation of the TNW maize populations.

Key words: Tainan-White, Maize, Population, Variation.

---

1. Contribution No. 1948 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Agronomist, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Professor of Agronomy Department, National Chung-Hsing University, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(3)：220～241（1998）

水芋在不同栽培季節之生長分析

陳烈夫　　呂椿棠　　呂秀英

摘要：本研究在台灣省農業試驗所進行水田檳榔心芋之週年栽培試驗，自 1995 年 1 月至 1996 年 11 月每隔二個月種植一次，共兩年十二個種植期，調查不同栽培季節下水芋在各生育期間的葉數、葉面積及植株各部位乾物質重，並估算各種生長介量，藉以解析不同栽培季節水芋全生育期間的生長差異，同時檢視氣象因素對水芋生長分析之季節變異性的影響。結果得知，氣溫及日射量是影響水芋生長的重要氣象因素。而不同栽培季節間的同化物質之累積及球莖產量之不同，受葉片生長差異影響甚於淨同化速率。水芋葉片的生長主要決定於葉面積的擴展速率及持續期，至於葉片數目及葉片密度的影響則不大。本省中部地區以 1～3 月種植期爲水芋最適栽培季節，其地上部生長旺盛期高溫及高日射量，葉片生長速率較快且持續時間較長，可使 LAI 曲線達到較大的高峰值，故供源強度充足，可加速球莖膨大充實。反之，7～9 月種植期較不利於栽種水芋，其地上部生長旺盛期低溫及低日射量，芋葉生長不良且持續時間較短，LAI 曲線沒有明顯的高峰值，使早期供源不足及分配過程受到限制，故不利於球莖膨大。5 月及 11 月種植期的葉片發育表現則介於 1～3 月及 7～9 月種植期之間，但因爲地上部生長旺盛期容易受到颱風之異常氣候影響，生長表現較不穩定，故生產風險相對較大。

關鍵詞：芋、週年栽培試驗、生長介量、球莖產量、氣象因素、季節性變異。

前　言

芋屬天南星科（Araceae）多年生宿根性球莖植物，學名 *Colocasia esculenta*（L.） Schott，自古爲熱帶地區居民之主要糧食，並爲本省古老民食及傳統健康食品，其重要性僅次於甘藷、馬鈴薯及樹薯。水芋栽培是臺灣目前種植面積最多的一種栽培方式，且長久以來一般農民幾乎均採用檳榔心芋品種爲主（約佔 93%），以採收母芋球莖爲主要目的[6]。有關芋品種改良與栽培的研究在過去並不受重視，目前各改良場所已開始積極進行。欲有效選育優良品種並進行栽培技術之改良，必須對作物之生理基礎先有充份的認知，以瞭解作物之產量形成機制。作物的生長發育是一種連續不斷的動態過程，由於作物本身內在遺傳背景與外在環境因子相互影響，決定其最終產量[9]。故利用數理公式來探討作物的生長變異，是建立作物生理基礎研究最有效的方法之一。這種應用於植物生長數量方面之分析，稱爲生長分析（growth analysis）[5,12,18]。生長分析乃利用植物在某一段生長期間所測得之總植株平均乾重、葉面積平均及植株各部位之平均乾重（如根、莖、葉及子實等）等之資料來計算相對生長速率（relative growth rate, RGR）、葉面積比例（leaf area ratio, LAR）、葉面積指數（leaf area index, LAI）、淨同化速率（net assimilation rate, NAR）、作物生長速率（crop growth rate, CGR）等各種生長介

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1949 號。
2. 本所農場管理室助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 本所農藝系助理與副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

量[2,5,10,12,15,18]。藉由生長分析，可以瞭解作物於何種生育階段生長較快，葉面積的分布是否爲最有效地利用自然光能以利製造更多之碳水化合物，所累積之光合產物是否能由光合器官之供源（source）迅速地轉運到經濟生產部位之積儲（sink）累積貯存，以及營養生長與生殖生長之間競爭的強弱如何，這些生理現象可作爲從事育種及栽培改進之參考。而植物分配乾物質的方式與效率，是影響作物產量的重要原因[13]。陳等[3]指出提高LAI的增加速度及最大值，爲生理上影響本省水田栽培檳榔心芋乾物質生產增加之重要原因，此結果與Satou *et al.*[16,17]所發現者相符，即維持最適的LAI爲提高芋生產力的有效途徑之一。呂等[1]並以 Richards 函數進行單一種植期秋作水芋的生長曲線分析，顯示出同一期作不同年度之水芋的葉面積生長曲線受氣候影響甚大，此將影響球莖產量之生產。芋之栽植地區大都分佈於熱帶及亞熱帶地區，影響其生長與發育的氣象因素中以氣溫、日射量及降雨量三者較爲重要[14,19]。本省氣候環境於任何時期種植芋作物，只要氣溫、日光及水源充足，均有相當的收量，可行週年栽培，但因爲配合本省稻作耕作制度，農民多在秋作或春作種植。由於本省水芋可全年種植，不同栽培季節下水芋的生長變化如何，仍然有待瞭解，不同季節生育期間氣象因素對水芋生長之影響，本省相關研究至今仍然闕如，故有必要作深入之研究與探明，此將有利於本省芋作物之生長發育與產量關係之研究，對水芋經濟產量的提高及農業投資的效益，均很有幫助。

因此本研究進行水田檳榔心芋之週年栽培試驗，調查不同栽培季節下水芋在各生育期間的葉面積及各部位乾物重，並估算各種生長介量，藉以解析不同栽培季節水芋全生育期間的生長差異，同時檢視氣象因素對水芋生長分析之季節變異性的影響。

材料及方法

一、試驗材料之培育

本研究以臺灣地區栽培最廣的地方品種檳榔心芋爲試驗材料；田間栽培試驗在臺灣省農業試驗所之田區進行，分別自 1995 年 1 月 12 日及 1996 年 1 月 12 日起每隔二個月種植一次，爲期兩年，共計十二個種植期。每一種植期重複四次，行株距 70×30 公分，每行 25 株，每重複種植 8 行共 200 株。本試驗以水田栽培方式種植，整地方法與種植水稻時相同。自種芋田選取子芋，秤重後取 35±10 公克之芋苗，爲防治軟腐病，先以 50 ％免賴得可濕性粉劑 1000 倍液浸漬 60 分鐘並陰乾後再逢機種植於試驗田區。種植後田間保持淺水 3—5 公分，生育期間前七個月田間經常保持淹水狀態，以後則僅維持土壤濕潤狀態。

肥料爲硫酸錏、過磷酸鈣及氯化鉀，氮、磷、鉀三要素每公頃施用量各爲 700、200 及 600 公斤[7]。平均分爲七等分於移植時及移植後每隔一個月施用一次。生育期間之雜草控制，在種植後 1 至 3 天每公頃施用 5%丁基拉草粒劑 30 公斤，並保持 3 至 5 公分淺水 3 天，種植後一個月再以同量施用一次，爾後則視田間雜草及子芋產生數量適時拔除，以免影響水芋正常生長。病蟲害防治則依實際情況適時防治（參閱農林廳編-植物保護手冊），其他管理方法則依一般慣行法行之。

二、性狀調查

移植後每一個月自各重複中逢機選取 3 株生育正常的植株，四個重複共計 12 株，調查其葉片數目，並以葉面積測定儀（Model LI-3000,LI-Cor co., U.S.A.）測量實際各株之葉片面積，然後將葉片、葉柄及球莖分別置於送風乾燥箱中以 80°C 烘乾 72～96 小時，最後秤量各部位之乾物重，每一種植期每月取樣一次，共調查 10 次。

三、生長介量之估算

將所調查得到的各取樣時期之單株葉面積（A）、葉乾物重（W_L）、葉柄乾物重（W_P）、球莖乾物重（W_C）、地上部乾物重（$W_U = W_L + W_P$）及全株總乾物重（$W_T = W_U + W_C$），和單位土地面積（$a = 2{,}100 cm^2$），進行以下各種生長介量之估算[2,5,10,12,15,18]：

1. 葉面積指數（LAI, leaf area index）：每單位土地面積之葉面積，LAI=$\frac{A}{a}$。
2. 葉面積比例（LAR, leaf area ratio, cm^2mg^{-1}）：葉面積對全株乾物重之比例，即每單位植物之同化物質比例，可作爲植物的多葉性指標（index of leafiness），LAR $=\frac{A}{W_T}$。
3. 比葉面積（SLA, specific leaf area, cm^2mg^{-1}）：每單位葉重之平均葉面積，在觀念上可視爲葉片密度或相對厚度的測度，SLA=$\frac{A}{W_L}$。
4. 葉片平均相對生長速率（$\overline{RLGR}$, mean relative leaf growth ratio, $cm^2 day^{-1}$）：每單位時間內葉面積的擴展速率，$\overline{RLGR}=\frac{lnA_2-lnA_1}{t_2-t_1}$，此處 A_1 及 A_2 分別是 t_1 及 t_2 取樣時之葉面積。
5. 平均作物生長速率（$\overline{CGR}$，mean crop growth rate，mg $cm^{-2}day^{-1}$）：每單位時間內每單位土地面積上所累積之植物體乾物重，$\overline{CGR}=\frac{W_2-W_1}{t_2-t_1}\times\frac{1}{a}$，此處 W_1 及 W_2 分別是 t_1 及 t_2 取樣時之乾重。此乾重可將植株根、莖、葉、子實等部位分別計算，或分開地上部與地下部計算，或將植株地上部與地下部之總重量合併計算，由植株各部位之$\overline{CGR}$，可知哪部位於何生育期之生產值最高[5]。由於水芋地上部之葉片及葉柄均能行光合作用，故本研究乃分開地上部與地下部計算，即式中的 W 爲 W_U 或 W_C。
6. 平均淨同化速率（$\overline{NAR}$, mean net assimilation rate, mg cm^{-2} day^{-1}）：每單位時間內每單位同化物質（葉面積）所增加的植物體乾物重，$\overline{NAR}=\frac{W_2-W_1}{A_2-A_1}\times\frac{lnA_2-lnA_1}{t_2-t_1}$，式中的 W 爲 W_U 或 W_C。
7. 球莖對地上部乾物重之比例（CUR, corm ／ upper plant dry weight,%）：CUR $=\frac{W_C}{W_U}$
8. 葉片乾物重比例（LDWR, leaf dry weight ratio, %）：LDWR=$\frac{W_L}{W_T}$
9. 葉柄乾物重比例（PDWR, petiole dry weight ratio, %）：PDWR=$\frac{W_P}{W_T}$
10. 球莖乾物重比例（CDWR, corm dry weight ratio, %）：CDWR=$\frac{W_C}{W_T}$

結　果

一、試驗期間氣象之變化

圖 1 爲水芋兩年共十二個種植期之週年栽培試驗期間（1995 年 1 月至 1997 年 9 月）在台灣省農業試驗所各月份的平均氣溫（℃）、每月累積日射量（MJ）及每月累積雨量（mm）之變化。試驗期間不同種植期之氣象環境迥然不同。平均氣溫方面（圖 1—A），顯示 1、3 月種植期生長初期氣溫由低而高，至生長中期達到最高溫後即因進入秋季而氣溫逐漸變低；5、7、9 月種植期生長初期氣溫由高而低，至生長中期達到最低溫後，到翌年春季之生長後期氣溫又開始回升；11 月種植期生長初期正逢冬季低溫，以後隨著生育日數增加而氣溫逐漸升高，其生長後期均處於高溫狀態。每月累積日射量方面（圖 1—B），1、3 月種植期生長初期日射量由低而高，至生長後期則日射量又降低；5、7、9 月種植期生長初期日射量由高而低，至生長後期則日射量又升高；11 月種植期生長初期因處於秋冬季故日射量較低，但隨後日射量即逐漸升高，至生長後期之夏季日射量最大，於最後收穫時則因又入秋而日射量降低。至於每月累積雨量（圖 1—C），其高低變化大致與每月累積日射量相似，惟在 4～8 月份時，由於容易受到梅雨及颱風之影響，年度之間累積雨量的變異較大。

二、芋葉生長介量之變異

兩年各六個種植期下的葉面積指數（LAI）隨生育時間的變化，示如圖 2。兩年的 LAI 變化趨勢

相當一致：11 月、1 月、3 月及 5 月四個種植期水芋自移植後第 1 個月起 LAI 即呈急速的直線增加，然後在達到某個高峰值後便開始降低；7、9 月種植期則沒有明顯的LAI高峰值，一直以固定的緩和速率遞增，至收穫爲止，其 LAI 值最多也不過在 1.4—2.1。水芋是否能保持 LAI 最大值，與不同種植期栽培期間的氣溫及日射量變化趨勢有絕對關係；由於試驗是採水田栽培方式種植，水源相當充足，故降雨量之影響便顯得沒有那麼重要，不過在某些月份倘累積雨量過多，相對地日射量亦降低。水芋倘於 11～5 月間種植，其生長初期及中期氣溫及日射量均高，有利於葉片生長及使LAI達到高峰；反之，於 7～9 月間種植水芋，移植後氣溫及日射量即逐漸下降，故葉片生長不良，LAI較低且不易有高峰值出現。水芋的LAI高峰值以第一週年（1995）1 月種植期的值最大（3.2），第一週年 3 月種植期則次之（3.1）。第二週年（1996）栽培期間中部地區由於 5 月下旬中度颱風凱姆（CAM）及 7 月下旬強烈颱風賀伯（HERB）來襲造成嚴重災害，此恰逢 1、3、5 月種植期之葉片生長旺盛期，故第二週年此三個種植期的LAI高峰值均較第一週年所得者爲低，同時也使第一週年 11 月種植期於移植後第 6 個月（1996 年 5 月）及第二週年 3 月種植期於移植後第 5 個月（1996 年 8 月）的 LAI 產生急遽降低之不正常現象。而 7、9 月種植期遇上颱風的時間正是移植初期或收穫後期，故影響並不大，但因爲第二週年 7、9、11 月種植期之水芋生長初期及中期（1996 年 8 月至 1997 年 3 月）的平均氣溫均較第一週年同期者爲高（圖 1），故此三個種植期於第二週年的 LAI 值亦較第一週年所得者爲大。1 月及 3 月種植期之 LAI 達到高峰值的時間在不同年度之間均表現一致，各爲移植後第 5 及第 4 個月，1 月種植期的 LAI 加速期比 3 月種植期多延續了一個月；5 月種植期之 LAI 高峰期發生在移植後第 4 或第 5 個月，年度間存在差異是因爲第二週年遇著賀伯颱風之異常氣候影響，故在移植後第 5 個月其LAI即下降；11 月種植期則在移植後第 7 個月達到 LAI 高峰值。雖然 1 月種植期的 LAI 高峰值最高，但達高峰值後下降速率也最快，此或許是因爲 1 月種植期在生育後期之低溫及低日射量所致，而 3 月種植期因爲移植後第 9 個月起氣溫及日照已漸回升，故其LAI達高峰值後的下降速率稍緩於 1 月種植期。

除了 5 月種植期之外，水芋葉面積比例（LAR）在生育初期皆會升高，直到移植後第 2、3 個月達到最高值，以後才隨著生育日數而迅速減少，至生育後期，7～9 月種植期的 LAR 均較其他種植期爲高（圖 3）。由於 LAR 爲植物多葉性之指標，定義爲〝每單位植物之同化物質比例〞，因此顯示出 7～9 月間種植水芋，雖然生育後期的高溫及高日射量有利於葉片生長，但此時光合作用物質多累積於葉片，並未轉運到地下球莖。

水芋於所有種植月份的比葉面積（SLA）不會隨著生育日數增加而改變，且年度、期作間的表現也相當一致（圖 4），表示水芋的葉片密度或相對厚度在不同年度、種植期及生育階段的變化甚小。而水芋在生育初期及後期的葉片數目最少，約 2～3 片，而在葉片生長旺盛期最多也不會超過 6 片（圖 5）。由此可知，水芋葉片的生長主要決定於葉片表面積之快速擴展，至於葉片數目及密度的影響則不大。

水芋葉面積擴展的平均相對生長速率（$\overline{RLGR}$）隨著生育日數增加而遞減，其遞減速度以 1 月種植期最快，1 月之後倘種植的時間愈晚，$\overline{RLGR}$的遞減減速度會變緩，到 7、9 月種植期時自移植後第 4 個月起及 5 月種植期自移植後第 6 個月起的$\overline{RLGR}$即不再下降而維持固定，直到 11 月種植期又恢復快速遞減之變化趨勢（圖 6）。

三、水芋植株各部位乾物重、平均生長速率與淨同化速率之變異

水芋葉片乾重在不同年度及種植期的生長變化，與 LAI 一致（圖 7）。每一葉片中心下端有一圓筒狀葉柄相連，長約 40—180 公分，葉柄呈綠色，也可行光合作用，葉柄乾重在不同年度及種植期的生長變化，與葉片乾重一致（圖 8）。

不同年度及種植期的水芋地下部球莖隨生育日數的生長變化，則與其地上部的表現迥異（圖 9）：1、3 月種植期之球莖乾重在生長中期後急速增加且各自在移植後第 8、9 個月時可達一高峰值，而

其餘種植期的球莖乾重則沒有明顯高峰且一直保持平緩的速度增加。從移植後到 10 個月收穫止，球莖產量最高的種植期依次爲 3、1、5、7、9、11 月。其中 3 月種植期雖可獲得最高球莖產量，發生時間卻比 1 月種植期延遲了一個月，即在移植後第 8 個月進行收穫時，1 月種植期即可達最高產量，此時 3 月種植期的球莖產量也十分相近；倘再延後一個月收穫，1 月種植期產量稍降，而 3 月種植期產量仍然增加；若延至移植後第 10 個月才收穫，則 1、3 月種植期的球莖產量均會降低。此由球莖乾重對地上部乾物重之比例（CUR）得知（圖 10），1、3 月種植期在移植後第 9 個月 CUR 急速上升，表示水芋植株地上部已老化萎縮，葉片再也沒有太多的供源可以轉運至球莖，尤其以 1 月種植期最爲明顯，爲維持葉片機能，此時甚至於必須消耗球莖以使同化物質能運轉至地上部，故 1、3 月種植期各自在移植後第 9、10 個月的球莖產量反而降低。

1、3、5、11 月種植期水芋植株地上部的平均作物生長速率（$\overline{CGR}$）隨著生育日數增加而增加，在LAI接近於高峰時顯著下降；7、9 月種植期水芋地上部的$\overline{CGR}$在全生育期則大致保持一定。所有種植期水芋的球莖$\overline{CGR}$隨著生育日數增加而增加，而以 1、3 月種植期的球莖乾物重增加速率最快但在生長後期球莖增加速率又下降（圖 11）。

水芋地上部及球莖的平均淨同化速率（$\overline{NAR}$）隨生長之變化趨勢，如圖 12 所示。所有種植期水芋的地上部$\overline{NAR}$皆隨著生育日數增加而遞減，遞減速度以 1 月種植期最快，種植時間愈晚，則遞減速度變緩，到 11 月種植期下降速率又開始變快；其中由於 3、5 月種植期生長後期氣溫及日射量回升，葉片老化衰退稍緩，故其生長後期地上部$\overline{NAR}$有提高之現象。所有種植期水芋的球莖$\overline{NAR}$皆隨著生育日數增加而緩慢增加，1、3、5、11 月種植期於生長後期的球莖$\overline{NAR}$增加幅度變大，到接近收穫時（移植後第 9、10 個月），由於 1、3 月種植期正逢低溫及低日射量，水芋植株地上部已嚴重老化萎縮，再也沒有太多的供源物質可以轉運至球莖，故球莖$\overline{NAR}$急速下降；至於其他種植期生長後期氣溫及日射量皆已回升，葉片仍能維持功能，不易老化，故使其地上部及球莖的$\overline{NAR}$不致降低太多，但該四個種植期因爲生長中期低溫及低日射量，早期的供源仍然不足。

四、水芋乾物質生產及分配之變異

水芋全生育期植株各部位乾物重佔全株乾物重之百分比變化在不同種植期之間有明顯的差異，但同一種植期下不同年度間則相當一致（圖 13）。水芋爲多年生宿根性球莖作物，全生育期均處於營養生長狀態，但由植株各部位乾物質生產分配的趨勢，亦可大致將水芋整個生長期劃分成生長初期、地上部生長旺盛期、球莖快速膨大期及球莖成熟期之四個階段[4]。所有種植期之水芋植株在移植後前兩個月內均處於生長初期，以新葉片的生成爲主，球莖純粹在消耗狀態，故球莖所佔比率急速下降。自移植後第 2 個月起，植株進入地上部生長旺盛期，但該生長階段在不同種植期所能持續的時間有極大差異，最長爲 3 個月（1、11 月種植期），最短甚至觀察不到有明顯地上部生長旺盛現象（7、9 月種植期）；而雖然 1 月及 11 月種植期的地上部生長旺盛期均持續長達 3 個月之久，但顯然 1 月種植期的葉片生長速率甚高於 11 月種植期（圖 6）。所有種植期的球莖快速膨大期都持續 3～4 個月時間，但球莖膨大速率不一，以 1、3 月種植期最快，7、9 月種植期最慢（圖 11），按此應該是受到前一階段地上部生長旺盛期的表現差異影響。地上部生長旺盛期所能持續的時間較長且葉片生長速率較快，表示供源強度充足，故能提高球莖膨大速率。

討　論

綜合上述結果得知，水芋分配乾物質的方式與效率是影響球莖產量的重要原因，而葉片生長對水芋能量轉移與乾物質累積過程十分重要。水芋葉片的生長主要決定於葉片表面積的擴展速率及持續期，至於葉片數目及葉片密度的影響則不大。外在栽培環境的氣溫及日射量，是影響水芋葉片生長的重要氣象因素。芋性喜高溫多濕,Goenaga[14] 及 Valenzuela *et al.*[19] 進行旱芋栽培試驗，發現影響其生長

與發育的氣象因素中以氣溫、日射量及降雨量三者較爲重要。本試驗爲水芋栽培試驗，水源充足，故降雨量便顯得不是很重要。Satou *et al.* [16] 利用旱生芋品種，發現適宜光合作用的溫度範圍爲 25～35℃，以 30℃最爲適宜。而本省中部地區倘於 7～9 月種植水芋，其生長中期的平均氣溫皆低於此最適溫度範圍，故光合效率會降低。至於球莖的形成與膨大，根據中國大陸於 1964 年針對杭州白梗芋的試驗研究得知，主要是受到日照長短之影響，在自然條件下，短日照比長日照較有利於球莖的形成[6]。黃與韓[6]亦指出，晝夜溫度變化對一般根莖類作物如馬鈴薯、生薑及山藥的影響較大，但對芋球莖的形成影響較不敏感。

1～3 月間種植水芋，地上部生長旺盛期氣溫及日射量皆高，故葉片生長速率較快，且持續時間較長，導致植株 LAI 較高且有明顯的 LAI 高峰值，此有利於供源強度之發揮，可加速球莖膨大充實。其中以 1 月種植期的地上部生長旺盛期持續時間最長（近 3 個月），且 LAI 高峰值最大，雖因生育後期低溫、低日射量而使$\overline{NAR}$降低，但其供源強度仍然極高。3 月種植期地上部生長旺盛期達 2 個月，僅次於 1 月種植期，但因生長後期氣溫及日射量回升而使$\overline{NAR}$增加，可提高供源強度。因此以單株產量而言，本省中部地區以 1～3 月種植期爲最適栽培季節，且以 3 月種植期所獲單株球莖產量最高。1～3 月間栽植水芋，在移植後第 8 個月即可收穫，且最多僅能延後一個月收穫，因爲此時球莖會開始消耗以延續老化枯萎之地上部的機能。於 7～9 月間種植水芋，其地上部生長旺盛期氣溫及日射量均低，在此環境下葉片生長不良，且持續時間非常短暫，雖生育後期高溫、高日射量而使$\overline{NAR}$較高於其他種植期，但早期的供源不足及其分配過程受到限制，使再多的光合產物也無法轉運到球莖中，而影響球莖之膨大充實，故本省中部地區以 7～9 月種植期最不利於栽植水芋。至於 11 月及 5 月種植期的葉片發育表現則介於 1～3 月及 7～9 月種植期之間。11 月種植期生長初期連續 3、4 個月之低溫及低日射量，使水芋葉片生長不良，LAI 高峰值延後且變低，故早期供源強度不足，隨後溫度雖逐漸升高且日射量變強，但卻容易受到颱風異常氣候之影響，而導致分配過程受到阻礙，供源分配效率因此變低。5 月種植期生長初期僅維持 4 個月之高溫及高日射量，地上部之旺盛生長期無法持續太久，同時容易受到颱風之異常氣候影響，LAI 高峰值較小，雖生育後期溫度及日射量升高而使 $\overline{\mathrm{NAR}}$ 並未降低，但其供源強度仍然不足。故在本省中部地區於 11 月及 5 月種植水芋，生長表現較不穩定，生產風險相對較大。

$\overline{NAR}$與 LAI 之間通常呈負相關（直線或曲線），表示葉片愈繁茂，則因互相遮蔽及呼吸量增大，使單位葉面積之淨同化速率降低，通常若日射量強，作物受光態勢佳（光較能透入葉層內），光合作用強或呼吸率低均能使$\overline{NAR}$－ LAI 間之斜率變緩[2,5,12]。此處水芋地上部$\overline{NAR}$是總合葉片及葉柄之乾物重來計算，其實若分開葉片及葉柄而分別計算其$\overline{NAR}$，則其生長變化趨勢與合併地上部所得者一致（本文未列圖）。由本研究結果發現，水芋的地上部（或葉片、葉柄）$\overline{NAR}$與 LAI 之間沒有明顯關係存在，這是因爲水芋葉片甚少且呈環狀排列生長，彼此之間植冠覆蓋程度不致於影響光合作用效率。一般而言，大部份作物以葉面積及$\overline{NAR}$對植物乾物質累積影響較大，從過去學者對小麥、甜菜及馬鈴薯等作物之試驗結果獲致品種、肥料及生長季節對其經濟產量的影響，主要與葉面積之變異有關，而與$\overline{NAR}$無關[5]。從本研究水芋試驗結果，亦顯示出相同的結論，即水芋不同栽培季節間的同化物質之累積及球莖產量之不同，乃基於葉面積變異所致，而$\overline{NAR}$的影響甚小。但種植期對甘藷的經濟產量影響，則以$\overline{NAR}$之影響較大於葉面積之增加[8]。

所有種植期之水芋$\overline{RLGR}$隨生育日數增加而遞減（圖 6）。由公式得知，LAR 及$\overline{NAR}$兩者同爲$\overline{RLGR}$的主要生理組成因素。所有種植期在移植後第 2、3 個月起水芋 LAR 即迅速減少（圖 3），所有種植期在生長後期之前的地上部$\overline{NAR}$皆隨生育日數增加而遞減，但球莖$\overline{NAR}$則隨生育日數增加而緩慢增加（圖 12），且無論地上部或球莖的$\overline{NAR}$之變化皆與球莖產量之高低（圖 9）並不一致。因此，LAR 可能是影響葉片生長速率高低的主要原因。同時從公式知 LAR ＝ SLA×LDWR，因爲水芋 SLA 的變化

較小（圖 4），故可推知影響水芋 LAR 者主要在 LDWR（葉片乾物重比例）。

水芋$\overline{CGR}$之增減與LAI密切相關，一般而言，生長初期LAI及$\overline{CGR}$均隨生育日數增加而增加，但至某一階段後，LAI 即開始降低，此時通常爲營養生長與生殖生長之轉換期。雖然水芋爲多年生宿根性球莖作物，其全生育期均處於營養生長狀態，但仍可由植株各部位乾物質生產分配之趨勢，將水芋整個生長期劃分成四個階段[4]。而水芋地上部$\overline{CGR}$在 LAI 達高峰之前伴隨 LAI 增加，當 LAI 接近於高峰時則顯著下降，但球莖$\overline{CGR}$均隨生育日數增加而增加（圖 11）。LAI開始降低時，葉片及葉柄乾物重比例開始下降而球莖乾物重比例則快速升高，此時也正好是水芋自地上部生長旺盛期轉換爲球莖快速膨大期的階段。

多年生作物，均需考慮其再生能力。經由不同種植期水芋植株各部位乾物質生產分配趨勢所劃分的生長階段，得知 5、7、9 月種植期的球莖快速膨大期在移植後第 6 個月即結束而進入球莖成熟期（圖 13），換言之，理論上此時的葉片數目應該逐漸減少，新生葉之葉形愈來愈小，但其$\overline{RLGR}$卻不再下降而維持固定（圖 6），且其LAR也較其他種植期爲高（尤其是 7、9 月種植期，圖 3），此顯示出 5～9 月間種植水芋，因爲早期供源不足（葉片生長速率甚低且無明顯之地上部生長旺盛期）以及生育後期高溫、高日射量有利於葉片生長，倘移植後第 7 個月起不予採收而繼續留置土中，很有可能會使水芋植株繼續發新葉，開始進入再生階段，此不但不利於累積養分，反而對產量有所影響。

本研究是測量分隔時間的葉面積及植株各部位乾物重，再估計連續取樣時間的平均或代數平均以求算瞬間下各種生長介量。爲有別於後來發展的曲線函數配合法，這種生長分析技術被Causton[11]稱作傳統方法。函數方法是利用一些簡單假設，在可容忍的準確度下，以發展出的生長曲線來呈現植物的生長特性，但其計算上較爲繁複，且必須使用較多的資料點，如因爲配合度不好，可能產生錯誤結果；反之傳統方法要求在每一調查時間所測量的資料量須多，故不適用於資料點多的場合，否則調查資源所需成本會很高[1,15]。只要沒有時間及空間限制上的問題，傳統方法及函數方法兩者之間並不完全衝突[1]，均能從植物生理上有效地探討作物不同生長階段及不同栽培環境下之生育情形。藉由本研究對水芋在不同栽培季節下之生長分析，所獲致結果，當有利於本省芋作物之生長發育與產量關係之研究，可爲未來從事芋作物育種及栽培改進之參考。

誌　謝

本研究承蒙行政院國家科學委員會補助經費（NSC85-2321-B055-005, NSC86-2321-B055-002, NSC 87-2321-B055-003），特此誌謝。

引用文獻

1. 呂秀英、陳烈夫、呂椿棠、賴吉雄。1995。以 Richards 函數建立水芋之生長模式。 中華農學會報 171:22-34。
2. 高景輝、湯文通。1977。植物生長與分化。國立台灣大學農學院印行。第 142-149 頁。
3. 陳烈夫、呂秀英、呂椿棠、賴吉雄。1995。水芋葉面積與乾物質生產之關係。中華農業研究 44:59-71。
4. 陳烈夫。1996。水芋收穫指數與乾物質生產分配之關係。中華農業研究 45:174-185 。
5. 許福星。1977。作物生長分析及其應用。科學農業 25：334-341。
6. 黃賢喜、韓青梅。1994。雜糧作物各論。III、根及莖類。第 20 章。1667-1714 頁。台灣省雜糧發展基金會。台北。
7. 戴順發、韓青梅。1991。水芋氮鉀肥施用效應。興農 267：40-42。
8. Austin, M. E., and L. H. Aung. 1973. Patterns of dry matter distribution during development of sweet potato (*Ipomoea batatas)*. J. Hort. Sci. 48:11-17.
9. Bauer, A., A. B. Frank, and A. L. Black. 1984. Estimation of spring wheat leaf growth rates and anthesis from air temperature. Agron. J. 76:829-835.
10. Bullock, D. G., R. L. Nielsen, and W. E. Nyquist. 1988. A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. Crop Sci. 28:254-258.

11. Causton, D. R. 1967. Some Mathematical Properties of Growth Curves and Applications to Plant Growth Analysis. Ph.D. Thesis, University of Wales.

12. Causton, D. R., and J. C. Venus. 1981. The Biometry of Plant Growth. Edward Arnold Ltd., London, p.307.

13. Duncan, W. G., D. E. McCloud, R. L. McGraw, and K. J. Boote. 1978. Physiological aspects of peanut yield improvement. Crop Sci. 18:1015-1020.

14. Goenaga, R. 1995. Accumulation and partitioning of dry matter in taro [*Colocasia esculenta* （L.） Schott]. Ann. Bot. 76: 337-341.

15. Hunt, R. 1982. Plant Growth Curves. The functional Approach to Plant Growth Analysis. Edward Arnold Ltd., London. p.284.

16. Satou, T., M. Kawai, and T. Fukuyama. 1978. Studies on matter production of taro plant (*Colocasia esculenta* Schott). I. Changes with growth in photosynthetic rate of single leaf. Japan. J. Crop Sci. 47:425-430. （Japanese with English summary）.

17. Satou, T., E. Miyauchi, and H. Sugimoto. 1988. Studies on matter production of taro plant (*Colocasia esculenta* Schott). II. Varietal differences of dry matter production and tuber growth. Japan. J. Crop Sci. 57:305-310. （Japanese with English summary）.

18. Radford, P. J. 1967. Growth analysis formulae - their use and abuse. Crop Sci. 7:171-175.

19. Valenzuela, H. R., S. K. O'Hair, and B. Schaffer. 1991. Shading, growth and dry matter partitioning of cocoyam [*Xanthosoma sagittifolium* （L.） Schott]. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:1117-1121.

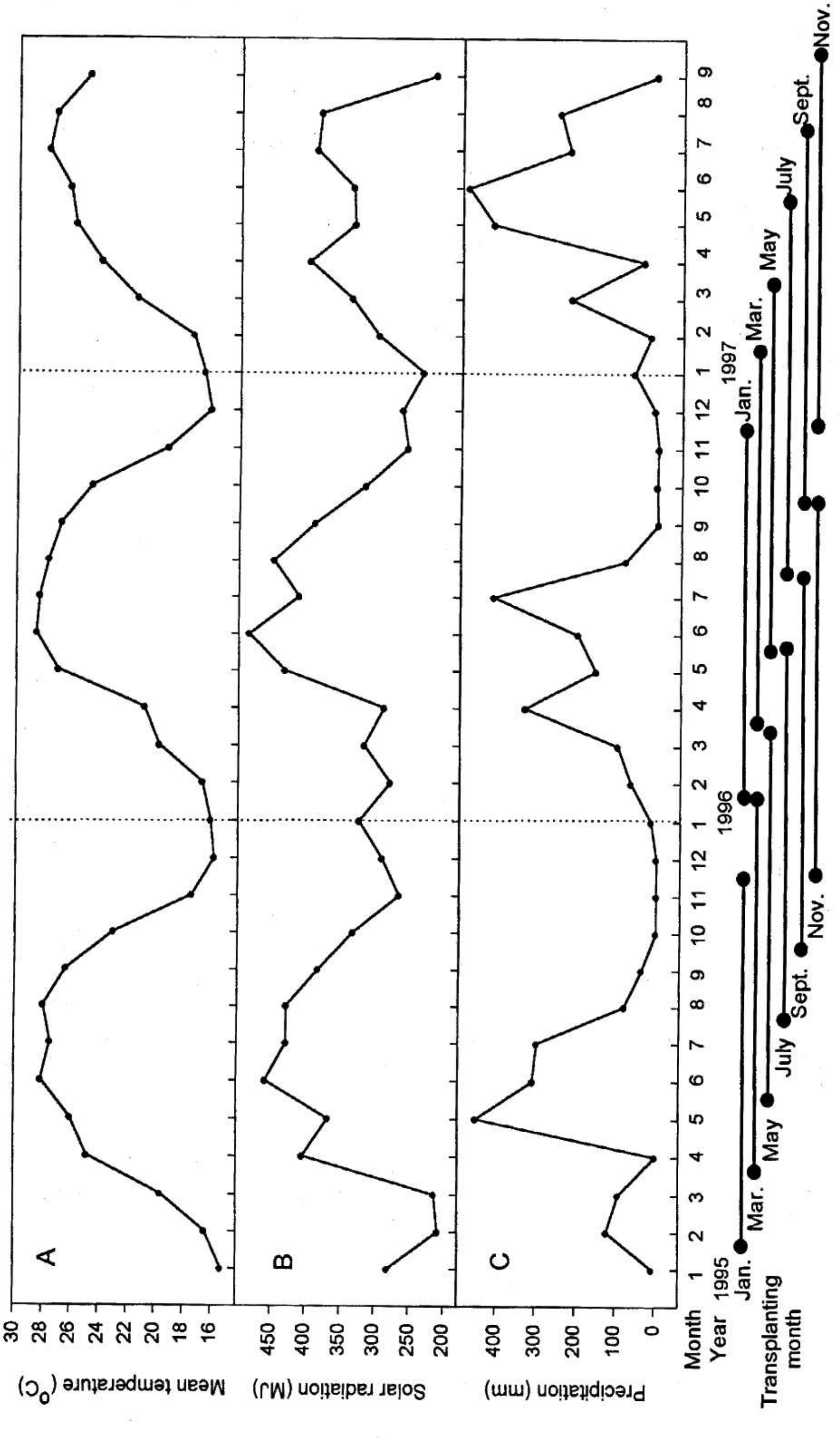


圖 1. 1995 年 1 月至 1997 年 9 月試驗期間在臺灣省農業試驗所的每月平均日溫（A）、累積日射量（B）及累積雨量（C）之變化

Fig. 1. Daily mean temperature (A), monthly solar (B) and monthly precipitation (C) at Taiwan Adricultural Research Institute, from January 1995 to September 1997

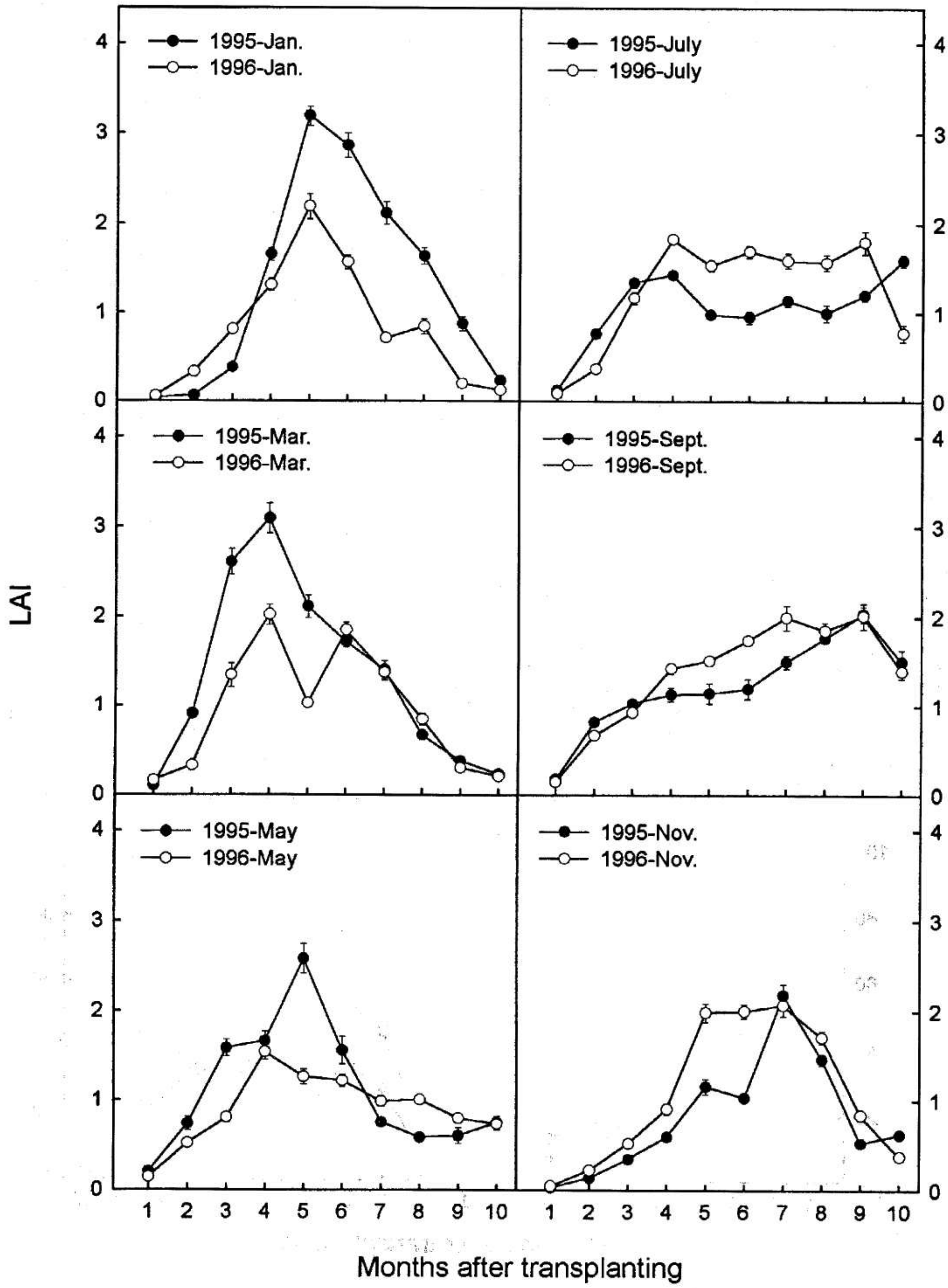


圖 2. 水芋不同種植期下葉面積指數（LAI）之生長變化

Fig. 2. Changes of leaf area index (LAI) during the growing period for wetland taro under different transplanting months.

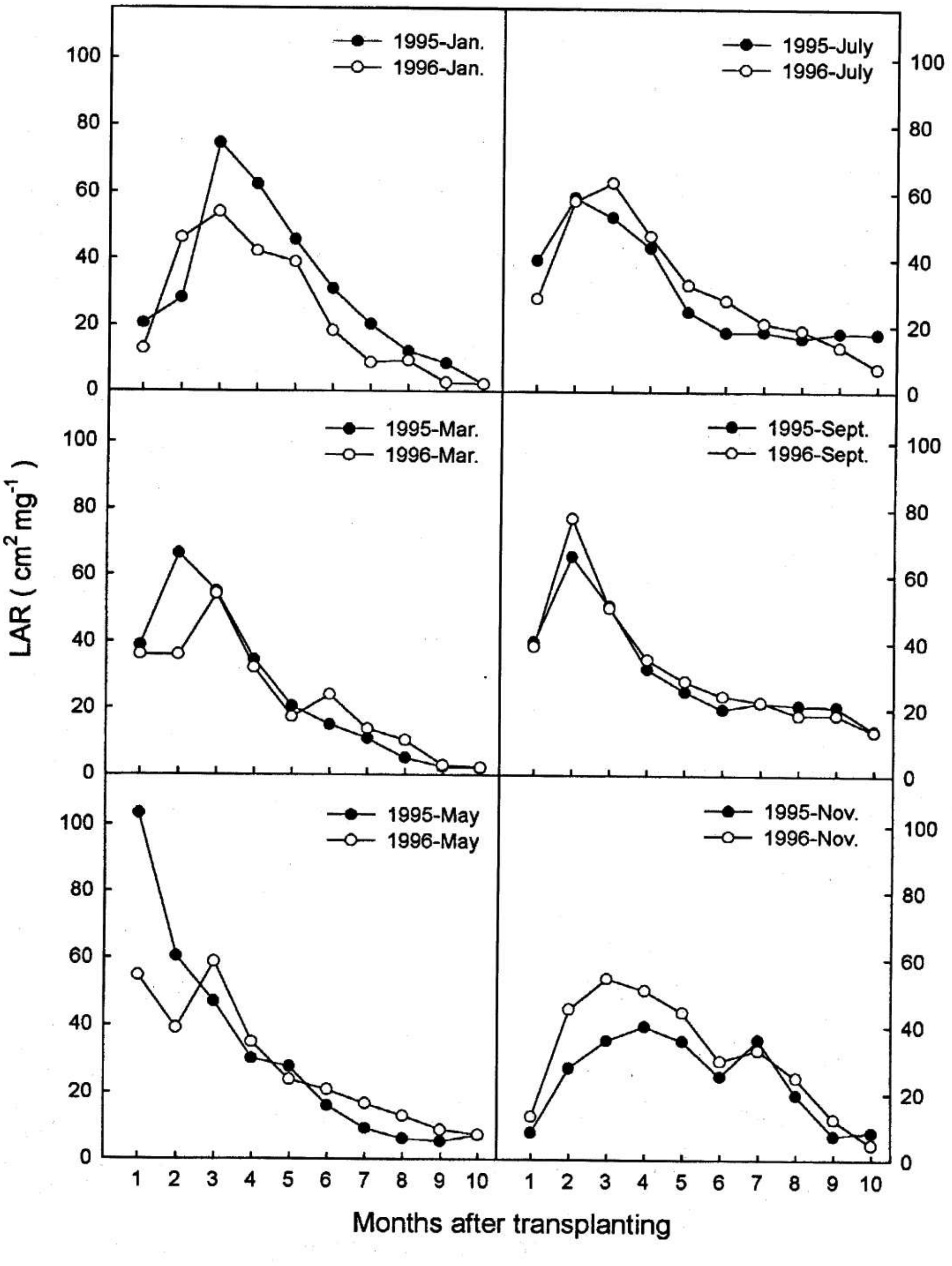


圖 3. 水芋不同種植期下葉面積比例（LAR）之生長變化

Fig. 3. Changes of leaf area ratio （LAR） during the growing period for wetland taro under different transplanting months.

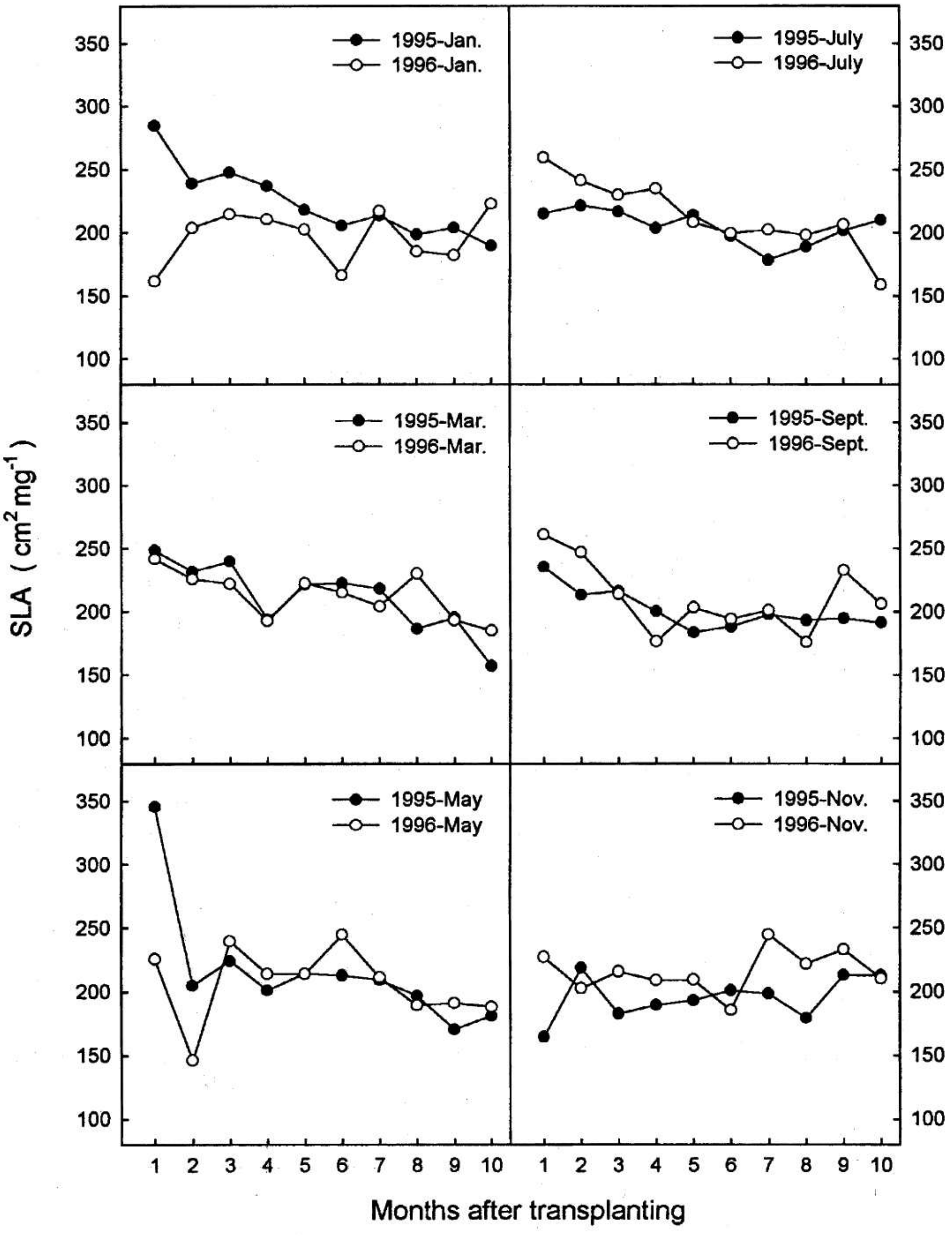


圖 4. 水芋不同種植期下比葉面積（SLA）之生長變化

Fig. 4. Changes of specific leaf area （SLA） during the growing period for wetland taro under different transplanting months.

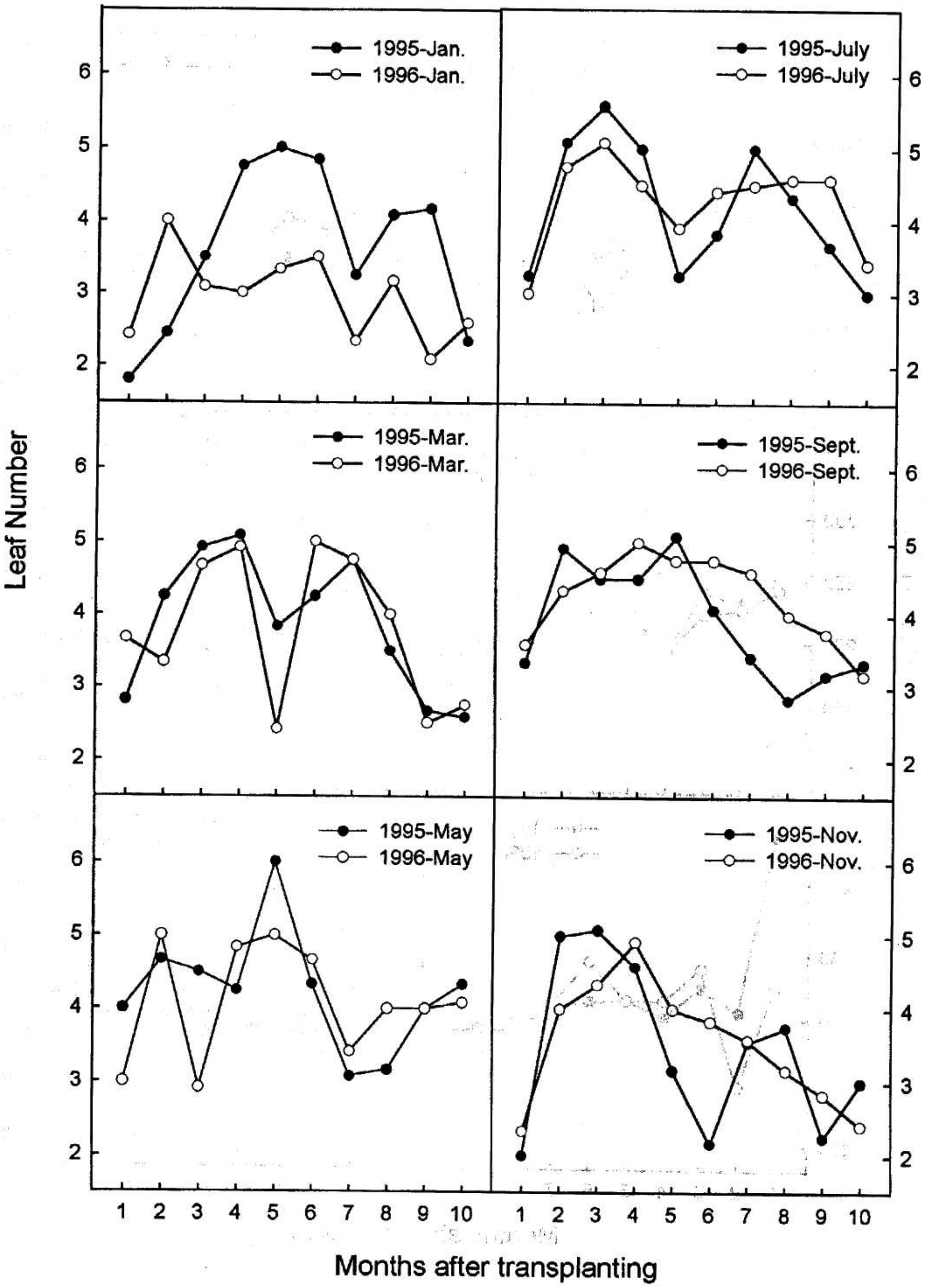


圖 5. 水芋不同種植期下葉數之生長變化

Fig. 5. Changes of leaf number during the growing period for wetland taro under different transplanting months.

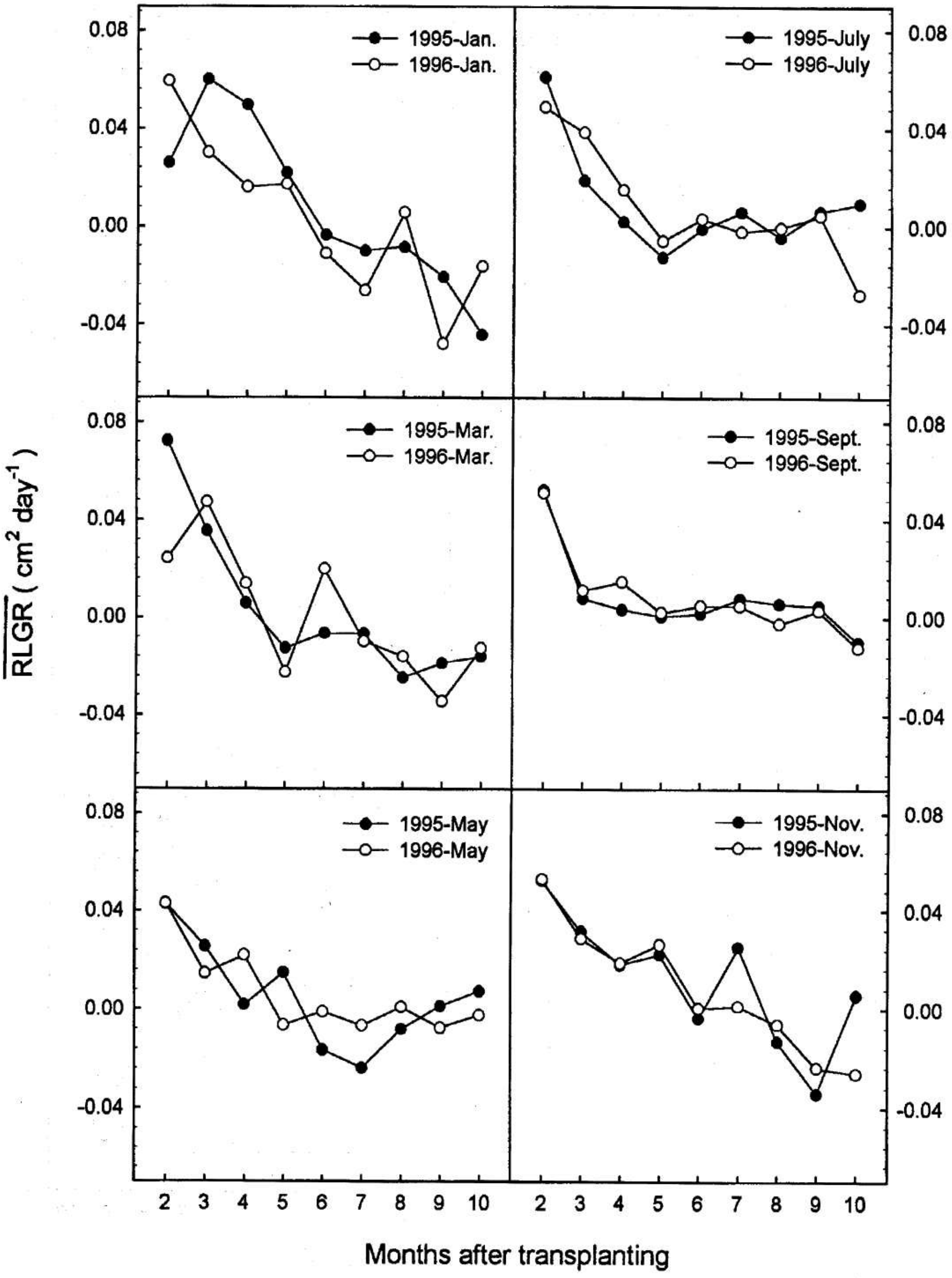


圖 6. 水芋不同種植期下葉片平均相對生長速率（$\overline{RLGR}$）之生長變化

Fig. 6. Changes of mean relative leaf growth ratio （$\overline{RLGR}$） during the growing period for wetland taro under different transplanting months.

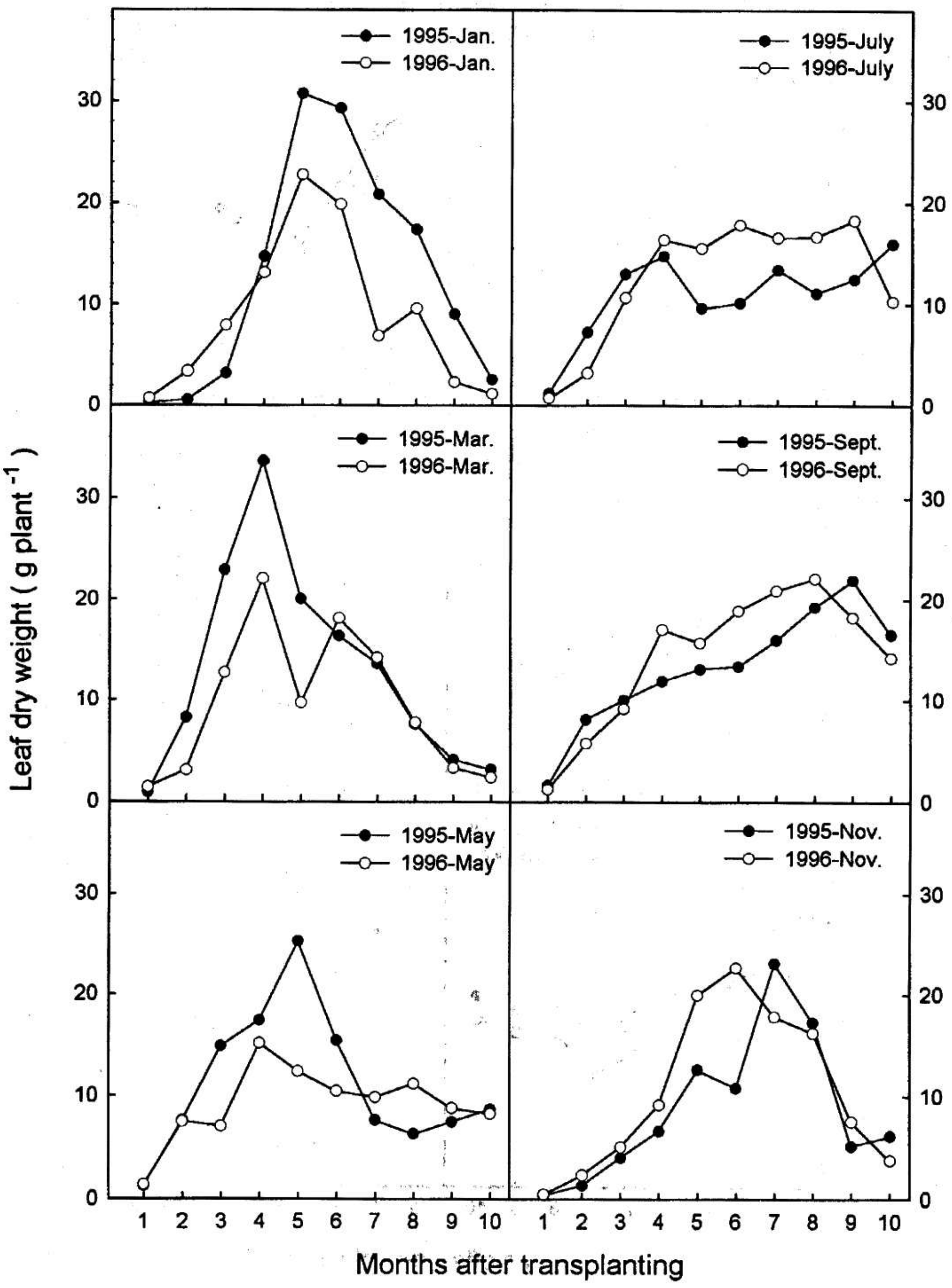


圖7. 水芋不同種植期下葉片乾物重之生長變化

Fig. 7. Changes of leaf dry weight during the growing period for wetland taro under different transplanting months.

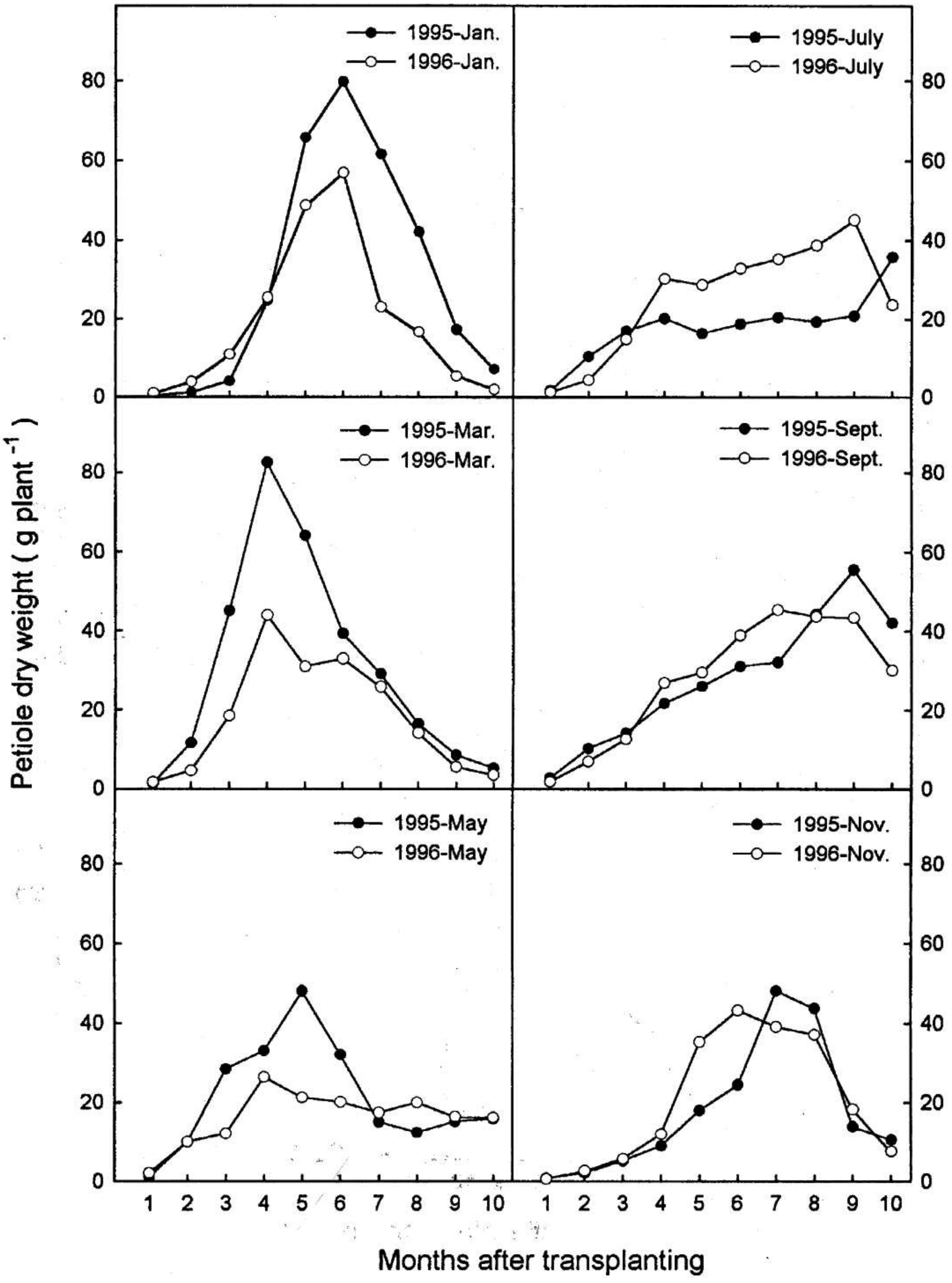


圖 8. 水芋不同種植期下葉柄乾物重之生長變化

Fig. 8. Changes of petiole dry weight during the growing period for wetland taro under different transplanting months.

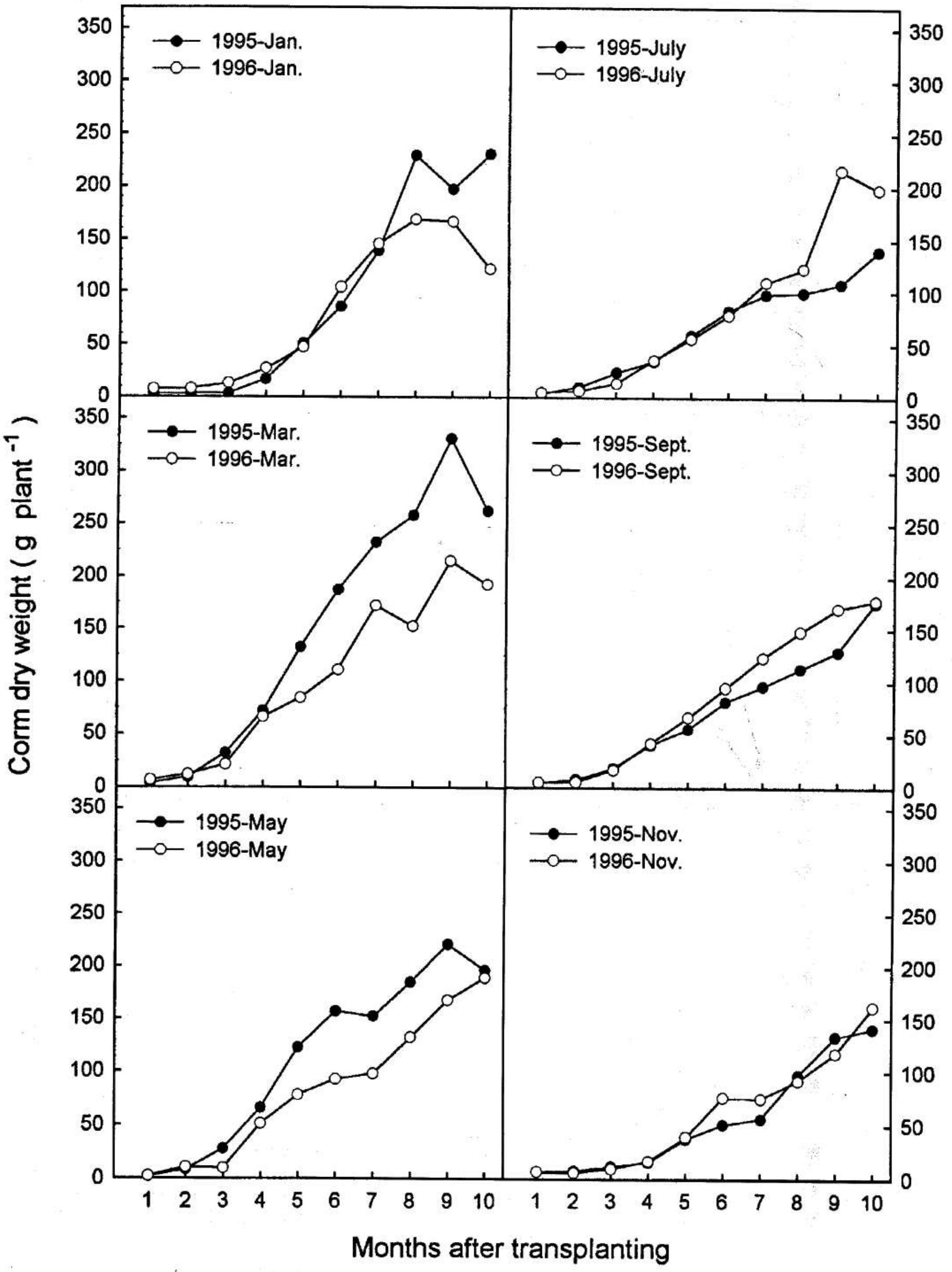


圖 9. 水芋不同種植期下球莖乾物重之生長變化

Fig. 9. Changes of corm dry weight during the growing period for wetland taro under different transplanting months.

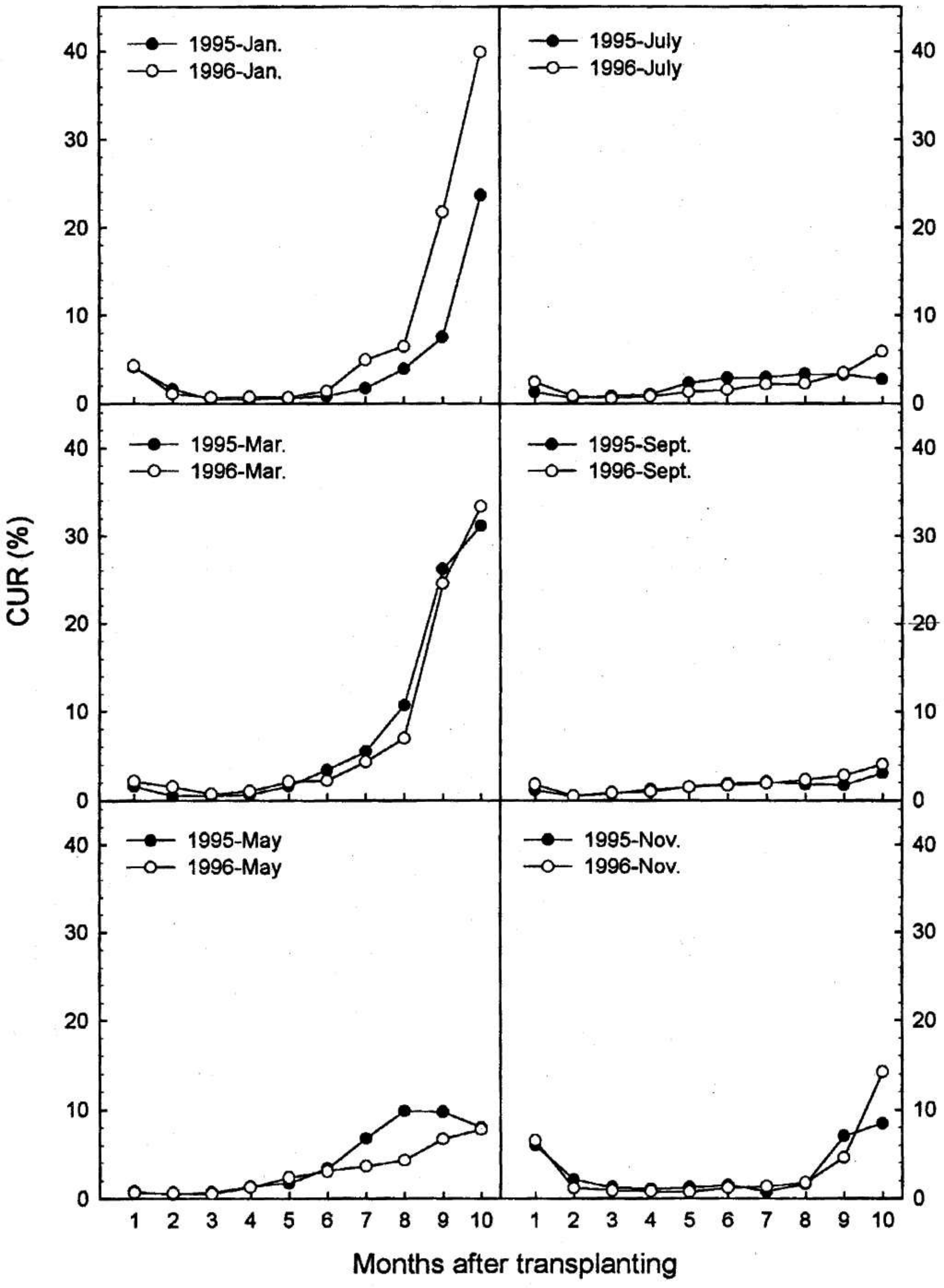


圖 10. 水芋不同種植期下球莖對地上部乾物重之比例的生長變化

Fig. 10. Changes of the ratio of corm to upper plant dry weight during the growing period for wetland taro under different transplanting months.

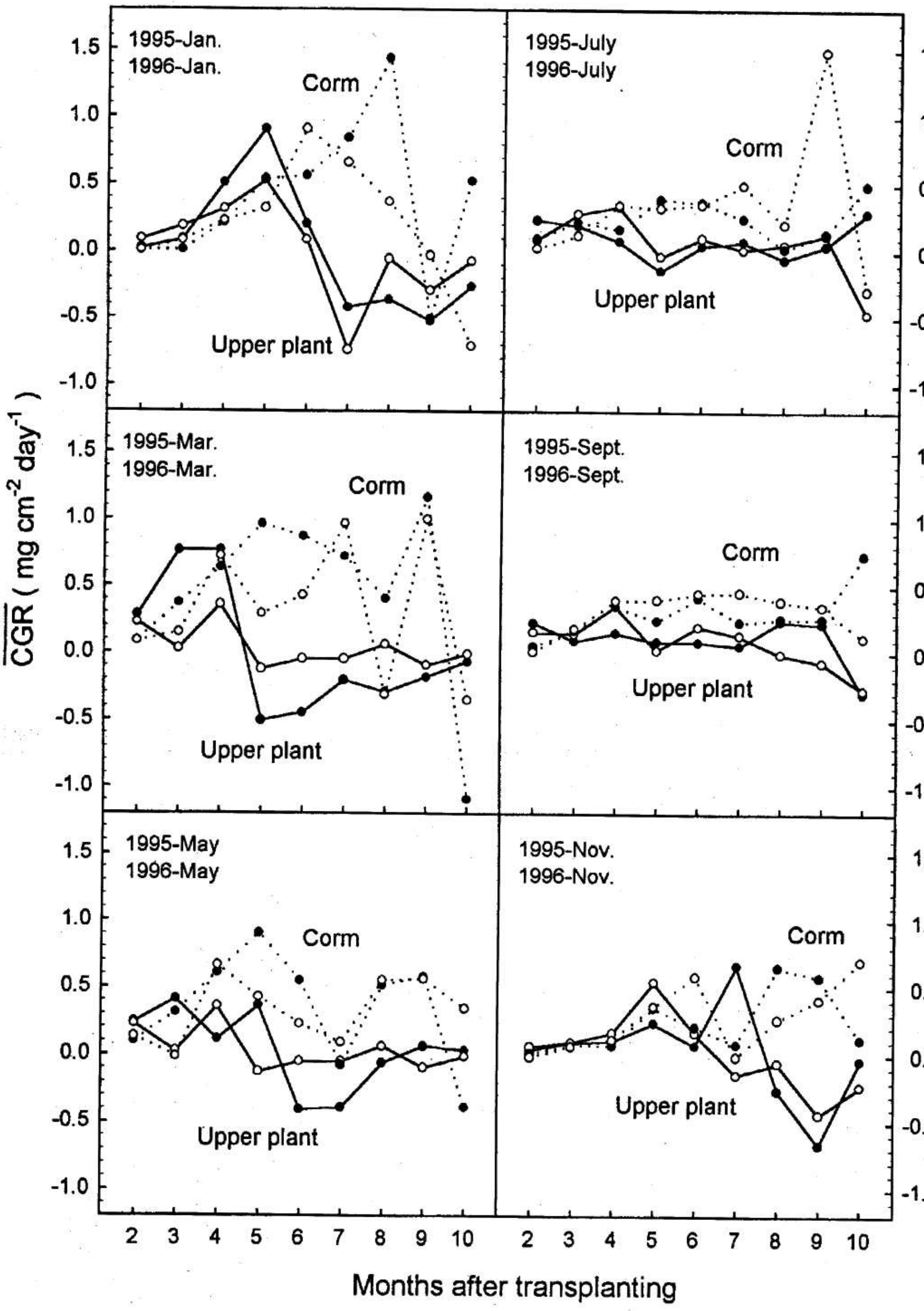


圖 11. 水芋不同種植期下平均作物生長速率（$\overline{CGR}$）之生長變化

Fig. 11. Changes of mean crop growth rate（$\overline{CGR}$）during the growing period for wetland taro under different transplanting months.

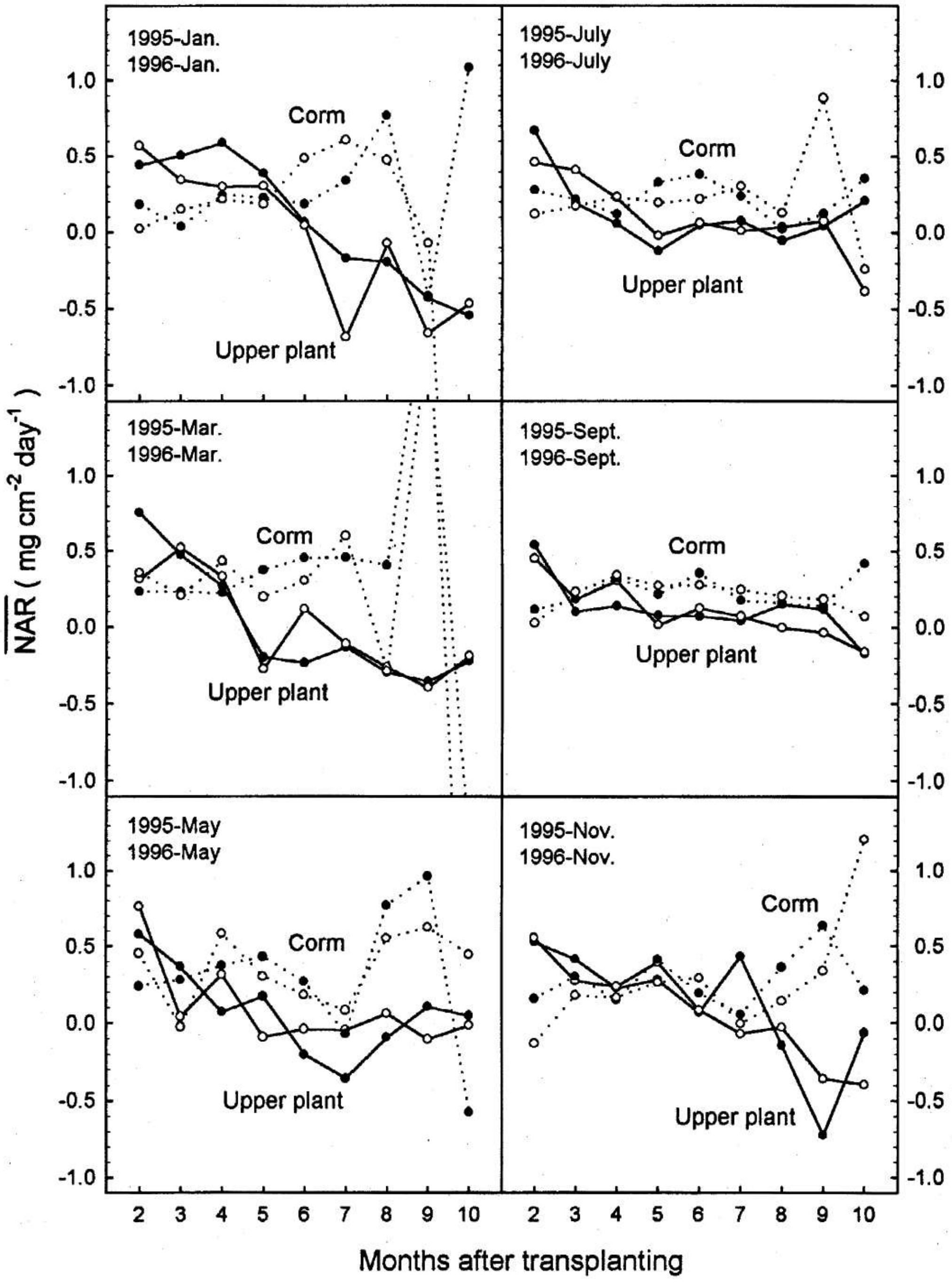


圖 12. 水芋不同種植期下平均淨同化速率（$\overline{NAR}$）之生長變化

Fig. 12. Changes of mean net assimilation rate ($\overline{NAR}$) during the growing period for wetland taro under different transplanting months.

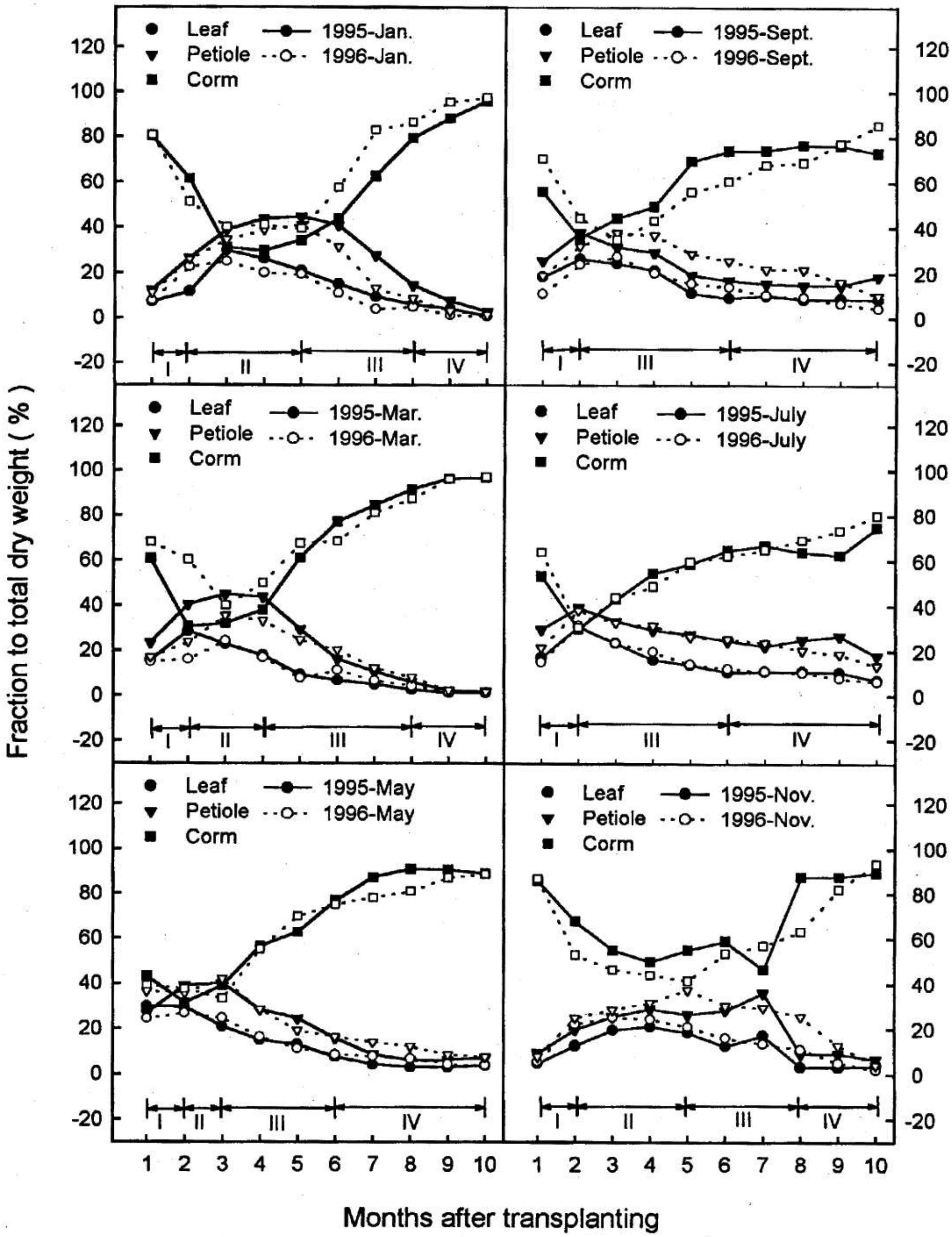


圖 13. 水芋不同種植期下各部位乾物重佔全株總乾物重之百分比的生長變化
（I：生長初期，II：地上部生長旺盛期，III：球莖快速膨大期，IV：球莖成熟期）

Fig. 13. Changes of the contribution by different plant fractions to total plant dry weight during the growing period for wetland taro under different transplanting months. (I: primary growth stage, II: vigorous top-growth stage, III: corm rapid-bulking stage, IV: corm maturity stage)

Growth Analysis of Wetland Taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] under Various Crops Seasons[1]

Lit-Fu Chan[2], Chun-Tang Lu[3] and Hsiu-Ying Lu[3]

Summary

The objective of this study was to investigate the effects of meteorological factors on seasonal variation of growth analysis in wetland taro under different transplanting months. Two year-round experiments were conducted at Taiwan Agricultural Research Institute. There are a total of twelve transplanting dates by taken at two -month intervals during January in 1995 to November in 1996. The leaf number, leaf area, leaf dry weight, petiole dry weight, and corm dry weight of each plant were measured and used to estimate the various growth parameters. The results showed that air temperature and solar radiation are the most important climate factors in the growth of taro. The variation in leaf growth appeared to be more important for assimilates storage and corm yield than net assimilation rate. The leaf growth depended on the rate and duration of leaf surface expansion, but not leaf number and leaf density. When transplanting in January to March, high temperature and high solar radiation at vigorous top-growth stage increased the rate and duration of leaf growth, and the maximum value of leaf area index （LAI）. This resulted in greater source efficiency and rapid corm bulking. Thus January to March is the most favorable cropping season at Taichung region in Taiwan. When transplanting in July to September, low temperature and low solar radiation at vigorous top-growth stage decreased the rate and duration of leaf growth, and the LAI curve did not reach a maximum value. This resulted in less source efficiency and slow corm bulking. Thus planting taro in July to September is less favorable. When transplanting in May or November, the effect of climatic variation on leaf growth was between January-March and July-September cropping season, however, there was much possibility of suffering yield loss by typhoons.

Key words: Taro, Year-round experiment, Growth parameters, Net assimilation rates, Corm yield, Climate factors, Seasonal variation.

---

1. Contribution No. 1949 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Research Assistant, Office of Farm Management, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Respectively, Research Assistant and Statistician, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(3)：242～258（1998）

金線連之品種特性與急毒性研究[1]

劉新裕[2] 張同吳[2] 王昭月[3] 張愛華[4] 王順成[5]

摘要：全球金線連之種原約有35種，台灣最重要之品種除了台灣金線連（*Anoectochilus formosanus* Hayata）及高雄金線連（*Anoectochilus koshunensis* Hayata）外，另有三個類似品種：即花葉開唇蘭（*Anoectochilus roxburghii* Lindley）、單囊齒唇蘭（*Odontochilus inabai* Hayata）與二囊齒唇蘭（*Odontochilus bisaccatus* Hayata)。就台灣金線連（*A. formosanus*）而言，即另有一般品系、黑寶品系、紅莖品系及顯脈品系等不同種原。金線連於600-1,000m地區之栽培結果較平地爲佳。不同品種系中以台灣金線連黑寶品系之生育性狀表現最爲優異，因其植株較高，株形優美，且全株收量最大；高雄金線連則較耐熱。

利用篩選之隨機引子 primer #C1A：5'CGCGGACGAT3'，可明確區分金線連各品種系，經由RAPD分析所得之14條DNA片段中，653bp爲參試金線連之共有片段，其他13條具有多型性差異特色，可藉以鑑別不同金線連品種系，如片段684bp僅存於越南金線連，而片段971bp僅存於高雄金線連，皆可與其他金線連有所區隔。

取用純水煎煮金線連，其煎液以相當於最高限劑量之5,000mg/kg強迫餵食白鼠，測定金線連對造成白鼠急毒性之反應程度。結果顯示：強迫餵食處理組鼠隻均不產生任何臨床症狀，亦不造成白鼠死亡；處理後第7及14天，雌雄鼠之平均體重均較對照組顯著降低，此顯示上述金線連之最高限劑量試液可歸類屬於無毒或少毒性類。

關鍵詞：金線連、品種特性、生產、逢機增殖多型性DNA、急毒性。

前　言

最近幾年來，由於發現大部分的合成藥劑都有副作用，而且現代醫學對於幾種慢性疾病如肝炎、癌症、高血壓及糖尿病等，仍不能提出根治之道，因此，天然藥用植物的開發與利用研究正日受重視，傳統醫藥與民間驗方的價值與重要性，已在各地引起世人的普遍注意與重視。

金線連爲蘭科（Orchidaceae）金線連屬（*Anoectochilus* Blume）多年生草本植物。金線連亦稱東南亞寶石蘭（Jewel orchid），是蘭科植物葉子最美麗的一類，葉片絨狀、互生，葉面墨綠，其上鑲有金色或銀白色的網狀脈紋，葉背深紫紅，在陽光照射下，可相互產生強烈色彩對比，外觀十分美麗，養蘭人家咸譽之爲觀葉蘭中的上品，故另有金線蘭之名。金線連爲臺灣極名貴之民間藥材，全草供爲滋養強壯劑，味甘性涼，有清涼退火、涼血固肺、袪傷、解鬱及開中氣之功效，爲民間藥界之聖品，

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第1950號。
2. 本所農藝系研究員、助理。台灣省　台中縣　霧峰鄉。
3. 本所作物種原室助理研究員。
4. 本所農化系助理研究員。
5. 台灣省農業藥物毒物試驗所應用毒理系主任。台灣省　台中縣　霧峰鄉。

據稱對高血壓及糖尿病似有奇效[1-3,5,14,15,18]。

金線連屬之植物分佈於印度、印尼、喜馬拉雅山脈、台灣、東南亞各國，由新喀里多尼亞（New Caledoria）至夏威夷一帶亦有生產。原生種原約有 35 種，生長於海拔 500～2,000 m 之陰濕森林腐植土上[10,13]。台灣產之金線連分佈甚廣，北起台北縣，沿中央山脈而下新竹縣竹東，苗栗縣南庄、大湖，台中縣武陵農場、青山、谷關，南投縣仁愛鄉蘆山、溪頭，嘉義縣阿里山鄉，南至高雄縣旗山、阿卑線，延至屏東縣霧台、來義、潮洲萬金庄、南仁山，往東至台東縣中央山脈出水坡、金山、太麻里、關山，再延到花蓮縣玉里、鳳林、太魯閣。在環繞中央山脈整個廣大中高海拔之闊葉森林內，皆可見其蹤跡[10]。

金線連對於生長環境之光線、溫度、濕度與土壤等條件之要求頗嚴。金線連喜弱光，約 1/3 陽光量（即 3,000～5,000 Lux）之光度最爲適宜，光線太強或太弱均會影響其植株之正常生育。金線連性喜冷涼，在氣溫 28℃以上之環境生長不良，病蟲害嚴重；5℃以下也生長停頓，最適宜的溫度是 15～20℃[5,16]。金線連爲地生蘭之一種，較喜濕潤，最適宜之相對濕度爲 75～85%，生長環境且需通風良好。原生地之金線連多半生長於闊葉樹林下，最適宜之生長區域大多具有如下之特徵：有極厚的腐植土、光線較暗、排水良好、土壤 pH 值呈微酸性（pH 5～6）等。

金線連之品種不少，品系複雜，一般而言，台灣產之金線連多被歸類爲台灣金線連或高雄金線連，實際上目前金線連之種苗多源自種子，經無菌播種後，再經節段培養而得[4]，以致變異性大，親緣關係混淆不清，惟因其植株外形，或根、莖、或葉等部位，皆相類似，只有在開花期由花朵構造才能由外觀分辨。目前最重要之金線連品種如下：台灣金線連（*Anoectochilus formosanus* Hayata)、高雄金線連（*Anoectochilus koshunensis* Hayata）、花葉開唇蘭（*Anoectochilus roxburghii* Lindley）、單囊齒唇蘭（*Odontochilus inabai* Hayata）及二囊齒唇蘭（*Odontochilus bisaccatus* Hayata）[10,13]。就台灣金線連（*A. formosanus*）品系之複雜性而言，市面上即另有一般品系、黑寶品系、紅莖品系及顯脈品系等不同種原。

我國農業正處於一轉型期之關鍵階段，在經濟與貿易自由化的時代趨勢之下，爲了順應潮流及加入世界貿易組織，國內現有栽培的作物種類，將受到國外相關產業不小的衝擊，其結果將造成農業經營上很大的困難。我們國內之農業結構勢必須加以調整，必須向高價值、精緻化及多元化的方向發展，特用、藥用與保健植物之開發與利用，似極符合此種趨勢，台灣藥用與保健植物總數達二千種以上，其中不乏可資利用之種類，如金線連、山葡萄及麥門冬等。惟依據行政院衛生署 85,5,25 衛署食字第 85024204 號函，以及農林廳 86,3,20 八六農特字第 30713 號函特別指明，各單位於引進供人食用之植物新品種前，應先了解並進行安全性評估後，再予推廣。爲保障消費者之權益，針對重要保健植物之開發與利用，實應先行評估並進行安全性測試，再考慮後續之研究與推廣工作。

本研究之主旨在針對臺灣產金線連不同品種系之植株特徵、品種性狀與產量之差異進行調查，同時進行金線連不同品種系 DNA 的萃取與 RAPD 分析，藉以快速且明確地進行鑑定與區分金線連之品種差異。由於金線連又稱藥虎或藥王，本研究藉了解不同金線連之礦物質含量之同時，以強迫餵食方式，進行白鼠急毒性測試，藉以評估不同臺灣產金線連品種系之安全性，供爲金線連品種改良、栽培生產、研究推廣與醫藥利用之參考。

材料與方法

一、試驗材料

臺灣金線連（*A. formosanus* Hayata，共有 4 品系：一般品系、黑寶品系、紅莖品系與顯脈品系）、高雄金線連（*A. koshunensis* Hayata） 及越南金線連之組織培養種苗。

二、步驟與方法

㈠金線連之生產與管理、植株性狀與產量之調查及礦物質含量之測定：

金線連組織培養瓶苗先置於栽培地點 3 天，使其逐漸適應當地之溫、濕度與光線後，再小心取出瓶苗，經 2,000 倍億力水溶液消毒殺菌 1 小時後，幼苗先假植於育苗盆內，栽培介質以碳化樹皮及泥炭土為主，或以珍珠石、蛇木屑、蛭石再摻加少量之腐葉土為介質。經 2-4 週後，選取健株移植於定植圃內，行株距為 5×5 cm，種植後宜立即澆水以確保成活率。

金線連之栽培管理：最適宜栽培金線連之環境溫度為 15℃，而其生長所需之光量約為正常日光量之 1/3，最忌夏秋中午左右之強光直射，故應於栽培場上架設遮光網，一般可利用 60—70 %遮光網高架舖設兩層，如此除遮光外，也利於通風，不良通風之栽培場所須以人工方法強制送風，以促進金線連之呼吸及蒸散作用，俾利根部之吸收水分與養分。金線連需水而不宜積水，澆水之水量和次數，須視金線連本身發育狀況和生長環境而定。施肥種類應以緩效性有機肥料為主，如以黃豆餅經醱酵後之稀釋液施用之效果較大，若能配合葉面施肥更佳。金線連栽培圃上不應有雜草生存，應儘速拔除。金線連病蟲害形成之因，大抵由於高溫、多濕、不良通風及受光、與栽培場不清潔所致[14]，均應設法克服病因，並以適當藥劑防治。

一般栽培金線連 6 至 8 個月，即可採收上市，本試驗採取 8 個月大之 6 種不同金線連之植株：臺灣金線連一般品系(代號 tgc)、臺灣金線連黑寶品系(代號 tbf)、臺灣金線連紅莖品系(代號 trl)、臺灣金線連顯脈品系(代號 tsj)、高雄金線連一般品系(代號 kso)及越南金線連一般品系(代號 ynq)，調查比較上述不同金線連品種系之植株性狀與產量差異，調查項目有全株株高及鮮重、葉數、葉重、葉長、葉寬、莖徑、莖重、根長、根徑、根重及根數等。調查株數為每品種系隨機取樣 20 株，重複 3 次，以平均值表之，並以 LSD 法比較其差異之顯著性。

礦物質含量之測定乃樣品於灰化(灰化溫度為 550℃)後，以 3N HCl 溶解並定量至 50ml，其中 Na、K 含量以 Corning Co.之 Flame photometer 400 型儀器測定；Ca、Fe、Mg、Mn、Cu、Zn 含量以 Varian Techton Atomic Absorption Spectrophotometer Type AA-5 型測定；N 以 Kjeldahl 法測定；P 含量以 Phosphovanadomolybdate method 定量[24]；分析過程中每處理隨機取樣 2g，2 重複，再以平均值表示之。

㈡金線連 RAPD 分析與不同品種系之區分與鑑別：

參試材料總計 15 樣品，包括台灣金線連一般品系共 5 來源(不同批實生苗)：a,b,c,d,e(品系材料代號 tga,tgb,tgc,tgd,tge)、黑寶品系 4 來源：a,b,c,d(代號 tbe,tbf,tbg,tbi)、紅莖品系 2 來源：a,b(代號 trl,trm)、顯脈品系 2 來源：a,b(代號 tsh,tsj)、高雄金線連一般品系(代號 kso)及越南金線連一般品系(代號 ynq)。

1. 金線連 DNA 之萃取：取金線連葉片 0.2g，加入液態氮研磨成粉末，再加入 600ul 的 CTAB(hexadecyltrimethyl-ammonium bromide) extraction buffer (1.4M NaCl、2 % CTAB、100mM Tris-HCl pH8.0、20mM EDTA 及 0.2 % β- mecaptoethanol)，置於 65℃水浴中 30 分鐘，再加入 600ul chloroform/ isoamylalcohol (24:1,V/V)，於 20℃離心 14,000 rpm 10 分鐘後，取上清液加入十分之一倍體積的 10 % CTAB 混合均勻，重覆水浴後之步驟，再加入等倍體積的 CTAB precipitation buffer (1 % CTAB、50mM Tris pH8.0、10mM EDTA pH8.0)，置於冰上 30 分鐘。離心後 pellet 再溶於 high-salt TE buffer (10mM Tris-HCl pH8.0、1mM EDTA pH8.0、1M NaCl)，加上二倍體積 95 %酒精混合均勻，離心後再以 80 %酒精清洗一次，經真空乾燥後溶於 TE 緩衝液，保存於 4℃，供 RAPD 分析之用。
2. 聚合酵素連鎖反應(PCR)：將萃取得之 DNA 濃度先稀釋成 5ng/ul，置於-20℃下，供進行 PCR 時，作為模版 DNA。利用 10 個核苷酸序列的隨機引子 35 種(農業試驗所林順福博士提供)，

進行聚合酵素連鎖反應。反應總體積爲 25ul，內含 1unit Taq polymerase (Promega)，1xPCR buffer(50 mM KCl、10 mM Tris-HCl pH9.0、0.1 % Triton 100) (Promega)、2.5mM $MgC\ell_2$、0.2 mM dNTP、0.2uM primer 及 25ng template DNA。PCR 儀器爲 Touch Down(HYBAID)，反應溫度設定：第 1 個 cycle 含 94℃ 3 分鐘、37℃ 1 分鐘及 72℃ 1 分鐘；接著 44 個 cycle 含 94℃ 1 分鐘、37℃1 分鐘、72℃2 分鐘。反應結束時保存於 4℃，以備電泳分析。

3. 電泳分析與 DNA 多型性片段檢視：經 PCR 增殖之 DNA，取 12ul 加入 6 倍的電泳緩衝液(6x loading buffer：0.25 % bromophenol blue、xylene cyanol、40 % w/v sucrose）、以 2 % agarose 在 TAE buffer（40mM Tris acetate pH 8.0、1mM EDTA）中進行電泳。電泳儀器採用 Mupid-2，電壓設定 100 伏特，電泳時間約 30 分鐘，結束後置於 0.5mg/ml 的 ethidium bromide 中染色 20-30 分鐘，再置於 UV 光箱中，檢視 agarose 膠體上 DNA 多型性片段，之後照相，並貯存膠片影像於 IS1000 Digital Imaging System（Alpha Innotech Corporation）中，進行分析。

4. 金線連不同品種系之鑑別：利用具有多型性表現之引子，分析各品種系間 DNA 條帶之差異性，可藉由特殊的 DNA 片段來明確鑑定及區別各品種系，供日後育種等相關研究之重要參考。

㈢口服急毒性測試：

針對金線連造成白鼠之口服急毒性試驗，期間起自 1998 年三月至同年四月，地點在台灣省農業試驗所與農業藥物毒物試驗所同時進行，所有試驗流程均依循美國環保署毒物藥物試驗準則，及試驗優良規範程序處理[20,22,23]。

1. 供試藥劑：秤取不同品種系金線連全株鮮重各 100g，加純水 400 cc，煮沸二小時，其濾液均呈棗紅色液劑。臺灣金線連一般品系（材料代號 tgc）、臺灣金線連黑寶品系（代號 tbf）、臺灣金線連紅莖品系（代號trl）、臺灣金線連顯脈品系（代號tsj）、高雄金線連一般品系（代號 kso）及越南金線連一般品系（代號 ynq）之過濾液量分別爲 125cc、105 cc、150 cc、135 cc、125 cc及 120 cc。

2. 供試動物：五週齡大之 Wistar 品系白鼠，購自國科會動物中心，在農業藥物毒物試驗所 SPF 動物飼育室觀察一週，經檢疫後，取體重相近之健康成鼠進行試驗。試驗動物除了在處理前 3 小時及處理後 4 小時禁食外，平時每籠放置 2 隻，給與充足之飼料(Rodent Laboratory Chow 5001 ＃）及飲水。動物飼育室之環控狀況爲溫度 25±1℃、濕度 50-70 %及 12 小時光/12 小時暗之光照週期。

3. 步驟與方法：

⑴ 試驗包括對照組及單一濃度之試驗組，測試濃度以最高限劑量 5,000 mg/kg 處理，對照組僅含蒸餾水，不含任何藥劑。

⑵ 以塑膠針管套上胃管（直徑 2.25 ㎜，長度 95.0 ㎜），將試劑強迫餵食白鼠。

⑶ 在處理後 1/2、1、2 及 4 小時，記錄體重變化或中毒症狀、症狀發生、 復原及死亡時間；自處理後第 2 天起，每日觀察 1 次，至處理後第 14 天止。

⑷ 死亡鼠隻立即進行解剖，並進行肉眼病理檢查。

⑸ 各試驗組所得數值以 Probit analysis 分析，求取 LD_{50}，另比較試驗組與對照組之體重變化，及分析其顯著性差異($p < 0.05$)。

結　果

一、金線連之植株特徵、品種系生育性狀與收量之差異及礦物質含量之比較

台灣目前最重要之金線連品種爲台灣金線連（*Anoectochilus formosanus* Hayata）與高雄金線連（

Anoectochilus koshunensis Hayata），另有三種類似品種，即花葉開唇蘭（*Anoectochilus roxburghii* Lindley）、單囊齒唇蘭（*Odontochilus inabai* Hayata）與二囊齒唇蘭（*Odontochilus bisaccatus* Hayata）。就台灣金線連（*A. formosanus*）之品系而言，市面上即另有一般品系、黑寶品系、紅莖品系及顯脈品系等。比較台灣金線連 4 品系、高雄金線連及越南金線連之植株外形（圖 1）與品種系特性如下：

台灣金線連（*A. formosanus* Hayata）生長於海拔 600～1,800m 之陰濕闊葉森林區，屬匍匐莖地生植物，自匍匐莖分生而上的直立莖高約 5～15cm，依品系與生長條件而異。直立莖褐紅色，圓筒狀，肉質。葉柄長約 1cm，葉子 4～6 片，絨狀，互生，呈卵形或圓卵形，先端銳形，葉長約 4cm，寬約 3 cm，葉片基部圓形；葉表面暗綠色，葉周緣滾紅邊，葉面主脈 5 條，金或銀線狀，並佈有細小網狀支脈，背面泛紅至深紫色。台灣金線連約在 8～9 月抽苔，9～11 月開花，每株長一花序，穗狀花序，頂生，每一花序約有 5～15 朵花；花色乳黃，唇瓣花朝下，唇瓣中段兩側細裂，裂片呈線狀梳形，外型很像梳子，兩邊各約 6 條，長短不一。台灣金線連 4 品系：一般品系、黑寶品系、紅莖品系及顯脈品系之植株外表特徵十分類似（圖 1），惟一般品系之葉長約 4cm，寬約 3cm，主脈與網狀支脈之紋路分佈與大小較為一致；5 條主脈特別明顯者為顯脈品系，其葉長約 4cm，寬約 3cm；黑寶品系之絨狀葉片特厚且大，葉色濃墨綠，主脈與網狀支脈之紋路較不明顯，植株較高且壯，葉長約 5cm，寬約 4 cm。紅莖品系之莖色特紅，不似前述 3 品系之莖色褐紅，其葉片較小，長約 3cm，寬約 2.5cm（圖 1、表 1）。

高雄金線連（*A. koshunensis* Hayata）生長於海拔 400～1,700m 之陰濕森林區，喜生長在潮濕腐植土上，莖下半部匍匐地面，上半部直立、生葉開花，莖高 10～15cm，莖圓筒狀，綠兼紅褐色，葉片平滑，呈橢圓形或圓卵形，基部卵形，先端銳頭，葉柄長約 1～1.5cm，葉片 5～10 片，葉表面綠色或墨綠色，並佈有近白色網紋，或不規則線紋，葉背紫紅色，葉長約 3.5cm，寬約 2.5cm（圖 1、表 1）。其外觀與台灣金線連極相似，但莖節間較長，葉數較多，葉片較台灣金線連略小，故顯得植株較高。高雄金線連約在 7 月份開始抽苔，8～10 月間開花，穗狀花序，花序頂生，每株長一花序，每一花序約 8～20 朵，開白花朝上，唇瓣中間兩側無裂絲。

越南進口之金線連莖高約 12～15cm，莖圓筒狀，綠中帶紅褐色，葉片平滑，呈橢圓形或圓卵形，基部卵形，葉柄長約 1～1.5cm，葉片 3～8 片，葉表面綠色，佈有近白色網紋，主脈與網狀支脈之紋路分佈較為一致，葉背紅色，葉長約 4cm，寬約 3cm（圖 1、表 1）。其外觀與高雄金線連極為相似。

表 1. 不同金線連品種系植株各部位之生長性狀比較

Table 1. Comparison on the plant growth characters among different varieties and lines of *Anoectochilus* spp.

Var. & lines	Plant height (cm)	Leaf length (cm)	Leaf width (cm)	Leaf number (No.)	Stem length (cm)	Stem diam. (mm)	Root length (cm)	Root number (No.)	Root diam. (mm)
1. 台灣金線連 一般品系 tgc	10.0b[z]	3.89b	2.85b	5.88b	7.45ab	2.67a	7.01ab	3.28b	0.65a
2. 台灣金線連黑寶品系 tbf	12.80a	4.58a	3.83a	5.95b	6.72b	3.22a	7.96a	3.52ab	0.84a
3. 台灣金線連紅莖品系 trl	11.57ab	2.74d	2.15c	7.50a	8.96a	2.57a	4.42bc	3.67ab	0.76a
4. 台灣金線連顯脈品系 tsj	10.86b	3.99b	2.99b	5.95b	4.53c	2.03a	4.75bc	4.28a	0.63a
5. 高雄金線連品系 kso	10.89b	3.34c	2.54bc	7.17a	6.20b	2.74a	6.19abc	3.43b	1.16a
6. 越南金線連品系 ynq	11.87ab	3.85b	2.85b	2.80c	8.35a	2.79a	3.50c	2.15c	3.80a

[z] Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

圖 1. 不同金線連品種系之植株形態（台灣金線連 4 品系即 a：一般品系，b：黑寶品系，c：紅莖品系，d：顯脈品系。另外爲 e：高雄金線連及 f：越南金線連）

Fig.1. Plant shapes of different *Anoectochilus* spp. including 4 lines of *A. formosanus* , i.e., a： Common line, b：Black-Jewel line, c： Red-Stem line, and d：Dominant-Vein line, as well as e：A. *koshunensis* and f：*Anoectochilus* originated from Viet-Nam.

比較金線連不同品種系定植 8 個月植株之生育性狀可知，在不同金線連品種系之間，台灣金線連黑寶品系及紅莖品系與越南金線連之植株最高。黑寶品系之葉片最大，紅莖品系及高雄金線連之葉數最多。紅莖品系之莖最長，達 8.96 cm，所有參試品種系之莖徑介於 2.03-3.22mm 之間，差異不顯著。黑寶品系之根最長，顯脈品系之根數最多，而以越南金線連之根徑最粗。在金線連不同品種系中，以黑寶品系之株高最高，葉片最大，因其葉最長、最寬，且有最大之根長，此 4 性狀分別各達 12.80cm、4.58 cm、3.83 cm 及 7.96 cm，其莖徑、根數與根徑之生長發育亦佳，惟葉數與莖長則顯著不如紅莖品系（表 1）。

比較金線連不同品種系定植 8 個月單株各部位之生產結果可知，在全株與葉部之平均收量方面，皆以台灣金線連黑寶品系最高，分別達 4.05g 及 2.05g；在莖重方面則以紅莖品系、顯脈品系及越南金線連較高，收量依次達 1.12g、1.29g 及 1.29g，此三者之差異不顯著，但皆顯著較其他品種系爲高。所有參試品種系之根重介於 0.19g-0.70g 之間，差異不顯著。除此之外，如花序等其他部分之收量仍以黑寶品系最高，達 0.7g（表 2）。綜合表 1 及表 2 生育性狀與收量之比較結果可知，金線連不同品種系定植 8 個月之栽培結果，以台灣金線連黑寶品系較具生產潛力，因其植株較高壯，葉片最大，全株收量最高。

表 2. 金線連不同品種系植株各部位收量之比較

Table 2. Comparison on the plant weight of each plant part among different varieties and lines of *Anoectochilus* spp.

Var. & lines	Plant weight (g)	Leaf weight (g)	Stem weight (g)	Root weight (g)	Other parts(g)
1. 台灣金線連 一般品系 tgc	2.85bZ	1.23b	0.79c	0.70a	0.13b
2. 台灣金線連黑寶品系 tbf	4.05a	2.05a	0.99bc	0.31a	0.70a
3. 台灣金線連紅莖品系 trl	2.25b	0.82c	1.12ab	0.26a	0.05b
4. 台灣金線連顯脈品系 tsj	3.40b	1.39b	1.29a	0.61a	0.11b
5. 高雄金線連品系 kso	2.66b	1.24b	0.93bc	0.36a	0.13b
6. 越南金線連品系 ynq	2.35b	0.77c	1.29a	0.19a	0.10b

[Z] Means followed by the same letter within each column are not significantly different at 5% level by the LSD test.

礦物質是維繫人體新陳代謝、各種生理活動正常運作之重要無機物質[25]，不可或缺。不同金線連品種系植株各部位礦物元素含量之分析比較結果如下，台灣金線連 4 品系根部之 K、Mg、Zn 及 Na 等礦物元素含量，比其莖、葉之含量高；除了顯脈品系外，N 與 P 之含量亦以根部較莖、葉之含量爲高；Fe 之含量大致上亦以根部較高；只有 Ca、Mn 與 Cu 的含量大致以葉部較高。高雄金線連之根部含較高量之 N、P、K、Fe、Mn、Cu、Zn 與 Na，其葉則含較高量之 Ca 及 Mg。越南金線連之葉含較高量之 N、P、K、Mg、Fe 與 Na，惟其根部含較高量之 Ca、Mn、Cu 與 Zn。由不同金線連品種間礦物元素含量之比較結果可知，台灣金線連在 Cu、Zn 與 Na 之含量較高；高雄金線連在 N、P、K、Ca 及 Mg 五項較佔優勢；而越南金線連則在 Fe 與 Mn 二項之含量較高（表 3）。

表 3. 不同金線連品種系植株各部位礦物元素含量之比較

Table 3. Comparison on the element contents of each plant part among different varieties and lines of *Anoectochilus* spp.

Var. & lines	Plant part	N %	P %	K %	Ca %	Mg %	Na ppm	Fe ppm	Mn ppm	Cu ppm	Zn ppm
1. 台灣金線	root	2.49	0.23	2.86	0.48	0.407	3584	485	190	41.43	142.8
連一般品系	stem	0.85	0.15	1.37	0.60	0.201	2879	104	62	16.14	49.4
tgc	leaf	2.28	0.20	2.60	0.47	0.200	2793	220	196	56.18	73.6
2. 台灣金線	root	2.73	0.25	2.82	0.50	0.384	3693	436	219	46.49	153.1
連黑寶品系	stem	0.75	0.14	1.34	0.48	0.170	2562	78	59	15.87	41.5
tbf	leaf	2.31	0.24	2.58	0.51	0.203	2780	227	230	69.15	85.5
3. 台灣金線	root	2.60	0.33	3.44	0.46	0.327	2571	421	79	28.88	61.3
連紅莖品系	stem	1.29	0.29	2.01	0.42	0.237	1825	109	17	3.82	21.0
trl	leaf	2.55	0.30	2.40	0.49	0.248	1435	438	58	7.81	45.2
4. 台灣金線	root	2.49	0.20	2.93	0.45	0.335	2467	344	19	6.02	46.4
連顯脈品系	stem	1.36	0.17	1.55	0.48	0.171	1749	102	17	2.18	19.0
tsj	leaf	2.60	0.24	2.81	0.56	0.191	1809	248	71	7.94	33.2
5. 高雄金線	root	3.25	0.42	4.24	0.48	0.342	1839	463	99	8.96	88.7
連一般品系	stem	1.71	0.42	2.28	0.66	0.375	2377	130	43	4.30	25.4
kso	leaf	3.13	0.29	2.79	0.67	0.390	1618	456	94	6.15	44.3
6. 越南金線	root	2.55	0.20	1.89	0.55	0.173	726	458	350	14.01	63.7
連一般品系	stem	1.78	0.24	1.72	0.63	0.205	734	856	89	6.78	34.4
ynq	leaf	2.56	0.25	2.57	0.48	0.222	1077	844	163	8.40	39.3

二、金線連之 RAPD 分析與不同品種系之鑑別

利用本所現有 10 個核苷酸序列的隨機引子 35 種，進行聚合酵素連鎖反應（PCR），初步發現隨機引子 primer #C1A：5'CGCGGACGAT3'，可大致區分金線連各品種系間之差異（圖 2）。金線連不同品種系植株 DNA 經萃取後，利用 primer #C1A 進行 PCR 反應，參試金線連不同品種系各別呈現之 DNA 條帶數介於 2-5 條（表 4）。經由 RAPD 分析所得之 DNA 片段總數為 14 條（表 5），其中 1 條，即 653bp，清晰可辨，條帶強度最高可達 73(tbi 品系)，為參試金線連不同品種系所共有；其他 13 條具有多型性差異特色，其中條帶強度 21 之片段 684bp，僅存在於越南金線連（ynq），藉此可與其他金線連品種系區隔；而片段 971bp 僅存於高雄金線連（kso），雖然條帶較弱，強度只為 13，亦可藉之與其他金線連品種系區隔；片段 573bp（強度 19）及 893bp（強度 9）則僅存於部分之台灣金線連，雖然後者條帶之強度很弱，惟尚可勉強利用來與其他金線連品種系區隔。

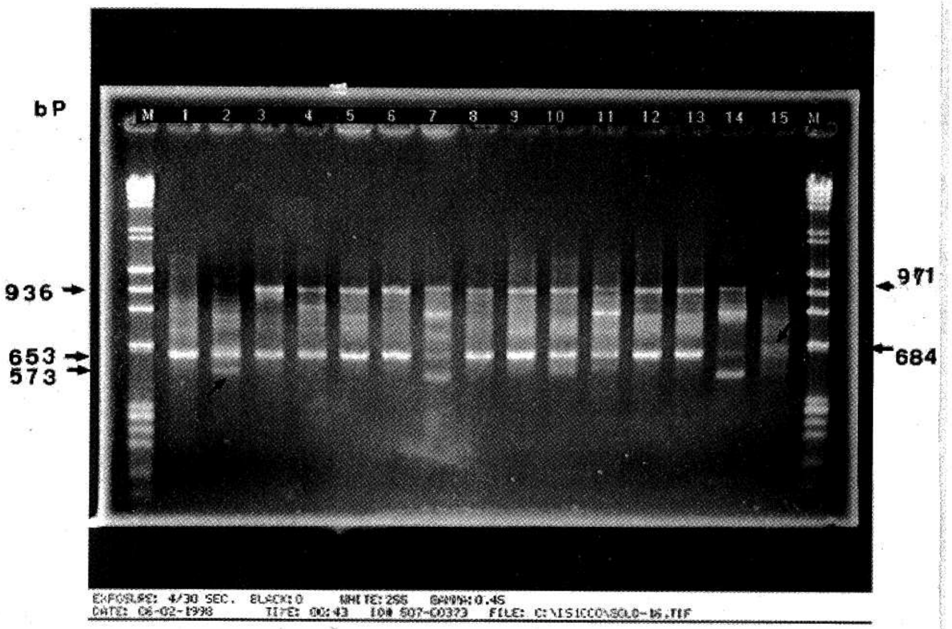


圖 2. 不同金線連品種系利用 primer # C1A 進行分析之 RAPD 電泳圖譜.
圖譜上方橫標號碼表示不同金線連品種系, 取用順序如表 4 所列.

Fig. 2. RAPD profile of *Anoectochilus* spp. generated by primer # C1A. Numbers on the top refer to the respective *Anoectochilus* material used the same as in table 4.

表 4. 金線連不同品種系植株利用 primer # C1A 分析之 RAPD 條帶數之比較

Table 4. Comparison of band numbers of RAPD profile of different varieties and lines of *Anoectochilus* spp. generated by using primer #C1A

No.	Varieties and lines	Abbreviation	Band number
1	臺灣金線連一般品系 a	tga	3
2	臺灣金線連一般品系 b	tgp	4
3	臺灣金線連一般品系 c	tgc	2
4	臺灣金線連一般品系 d	tgd	3
5	臺灣金線連一般品系 a	tbe	3
6	臺灣金線連黑寶品系 b	tbf	2
7	臺灣金線連黑寶品系 c	tbg	5
8	臺灣金線連黑寶品系 d	tbi	2
9	臺灣金線連顯脈品系 a	tsh	3
10	臺灣金線連顯脈品系 b	tsj	5
11	臺灣金線連一般品系 e	tgk	5
12	臺灣金線連紅莖品系 a	trl	4
13	臺灣金線連紅莖品系 b	trm	4
14	高雄金線連一般品系 a	kso	5
15	越南金線連一般品系 a	ynq	5

表 5. 金線連利用 primer#C1A 分析 RAPD 電泳條帶之分子量(bp)與強度之比較

Table 5. Comparison on band molecular weight (bp) and strength degree of RAPD profile of different varieties and lines of *Anoectochilus* spp. generated by primer #C1A

No. \ bp	538	573	653	684	743	754	770	790	304	823	852	893	936	971
1.tga			42		39						19			
2.tgp		19	41				19		21					
3.tgc			51										49	
4.tgd			48										18	
5.tbe			48						23		34		28	
6.tbf			61										39	
7.tbg	18		14		28					31			9	
8.tbi			73										27	
9.tsh			33			52							15	
10.tsj			29			19	19	16					17	
11.tgk			20			31				31		9	9	
12.trl			37				30		18				16	
13.trm			34				32		15				18	
14.kso	23		14							41	9			13
15.ynp			19	21	25			28			7			

三、白鼠口服急毒性

六種金線連之煎液各以最高限劑量（5,000mg/kg）強迫餵食白鼠，不會造成白鼠死亡（表 6）。處理後第 7 及 14 天，參試雌雄鼠之平均體重與平均增重比率均出現明顯變化（表 7、表 8）。對照組雄與雌鼠之平均增重比率依次如下，第 7 天約爲 7.8%與 9.6%，第 14 天約爲 14.3%與 18.3%，第 14 天比第 7 天約增重 87%；5,000mg/kg 處理組雄與雌鼠之平均增重比率明顯降低，依次約爲第 7 天之 3.9%與 3.4%，及第 14 天之 7.6%與 4.0%，第 14 天比第 7 天只增重 59%，此與對照組者（87%）相差甚大（表 8）。除了第 14 天黑寶品系雄鼠處理組之體重與其對照組無差異外（表 7），其餘各 5,000 mg/kg 處理組之平均體重於處理後第 7 及 14 天，均較對照組顯著降低（表 7），平均增重比率亦同（表 8）。各以六種金線連最高限劑量 5,000 mg/kg 處理白鼠，處理組鼠隻均不產生任何臨床症狀（表 9），大體解剖各器官亦無明顯肉眼病變現象。

表 6. 不同金線連品種系造成白鼠死亡之分佈數之比較

Table 6. Comparison on the death distribution of rats treated with different varieties and lines of *Anoectochilus* spp.

Var. or lines and rat sex type	Days after treatment and death No. of rats									Total Death No.
	0	1	2	3	4	5	6	7	14	
1. 臺灣金線連一般品系 tgc										
male	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
female	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2. 臺灣金線連黑寶品系 tbf										
male	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
female	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3. 臺灣金線連紅莖品系 trl										
male	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
female	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4. 臺灣金線連顯脈品系 tsj										
male	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
female	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5. 高雄金線連一般品系 kso										
male	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
female	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6. 越南金線連一般品系 ynq										
male	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
female	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 7. 強迫餵食金線連對白鼠平均體重之影響

Table 7. Body weight changes of rats treated with different varieties and lines of *Anoectochilus* spp.

Var. or lines and rat sex type	Concentration (mg/kg)	Days after treatment and body weight (g)		
		0	7	14
1. 臺灣金線連 tgc				
male	ck	198.8±12.3a[z]	214.2±13.3a	227.4±15.9a
	5,000	199.6± 6.5a	210.6±14.7b	208.8±25.9b
female	ck	194.4±10.0a	212.2±12.4a	229.0± 7.6a
	5,000	189.4±17.1b	197.8±27.4b	191.4±20.2b
2. 臺灣金線連 tbf				
male	ck	198.8±12.3a	214.2±13.3a	227.4±15.9a
	5,000	211.2±12.4b	211.8±23.5b	231.4±24.4a
female	ck	194.4±10.0a	212.2±12.4a	229.0± 7.6a
	5,000	188.4±16.3b	190.6±20.8b	191.2±29.6b
3. 臺灣金線連 trl				
male	ck	198.8±12.3a	214.2±13.3a	227.4±15.9a
	5,000	192.2±18.0b	195.4±25.3b	208.8±43.3b
female	ck	194.4±10.0a	212.2±12.4a	229.0± 7.6a
	5,000	191.6±15.9b	201.8±25.1b	202.8±26.5b
4. 臺灣金線連 tsj				
male	ck	198.8±12.3a	214.2±13.3a	227.4±15.9a
	5,000	197.2±13.6a	205.8±23.4b	202.0±27.8b
female	ck	194.4±10.0a	212.2±12.4a	229.0± 7.6a
	5,000	203.2±24.3b	207.2±19.5b	209.0±17.8b
5. 高雄金線連 kso				
male	ck	198.8±12.3a	214.2±13.3a	227.4±15.9a
	5,000	198.0±10.7a	214.6±23.2b	223.2±21.5b
female	ck	192.0± 7.3a	214.0±15.2a	229.8± 8.9a
	5,000	185.8±24.1b	192.4±32.7b	196.6±34.6b
6. 越南金線連 ynq				
male	ck	198.8±12.3a	214.2±13.3a	227.4±15.9a
	5,000	203.6±21.8a	211.8±28.5b	221.6±31.4b
female	ck	194.4±10.0a	212.2±12.4a	229.0± 7.6a
	5,000	187.7±24.9b	193.6±15.0b	198.4±15.9b

[z] Means followed by the same letter within the column of each rat sex type are not significantly different at 5% level by the LSD test.

表 8. 強迫餵食金線連 7 天及 14 天後白鼠體重增重百分率之變化比較

Table 8. Increase rate (%) changes of rat body weight after 7 and 14 days of treatment with different varieties and lines of *Anoectochilus* spp.

Var. or lines and rat sex type	Concentration (mg/kg)	Days after treatment and body weight increase rate (%) 7	14
1. 臺灣金線連 tgc			
male	ck	7.8± 1.7a [Z]	14.3± 1.8a
	5,000	5.5± 5.5b	4.5±11.7b
female	ck	9.2± 5.0a	18.0± 5.5a
	5,000	4.3± 9.6b	1.1± 7.1b
2. 臺灣金線連 tbf			
male	ck	7.8± 1.7a	14.3± 1.8a
	5,000	0.2± 8.2b	9.5± 9.0b
female	ck	9.2± 5.0a	18.0± 5.5a
	5,000	1.2± 6.3b	1.4±11.8b
3. 臺灣金線連 trl			
male	ck	7.8± 1.7a	14.3± 1.8a
	5,000	1.5± 4.9b	7.8±12.5b
female	ck	9.2± 5.0a	18.0± 5.5a
	5,000	5.1± 5.2b	5.6± 7.0b
4. 臺灣金線連 tsj			
male	ck	7.8± 1.7a	14.3±1.8a
	5,000	4.2± 7.4b	2.3±10.1b
female	ck	9.2± 5.0a	18.0± 5.5a
	5,000	2.3± 6.1b	3.3± 6.7b
5. 高雄金線連 kso			
male	ck	7.8± 1.7a	14.3± 1.8a
	5,000	8.4±10.9b	12.8±10.1b
female	ck	11.5± 7.1a	19.8± 5.7a
	5,000	3.1± 5.4b	5.3± 6.6b
6. 越南金線連 ynq			
male	ck	7.8± 1.7a	14.3± 1.8a
	5,000	3.8± 4.5b	8.6± 6.6b
female	ck	9.2± 5.0a	18.0± 5.5a
	5,000	4.2± 7.4b	7.0±11.0b

[Z] Means followed by the same letter within the column of each rat sex type are not significantly different at 5% level by the LSD test.

表 9. 以不同金線連進行白鼠口服急毒性處理 14 天內之臨床症狀觀察

Table 9. Maximum symptoms of rats observed within 14 days after being treated with different varieties and lines of *Anoectochilus* spp.

Symptoms	Dose (mg/kg)			
	0		5,000	
	female	male	female	male
昏眩	0	0	0	0
過度敏感	0	0	0	0
間歇抽搐	0	0	0	0
遲鈍	0	0	0	0
後弓反張	0	0	0	0
俯臥	0	0	0	0
側臥	0	0	0	0
活動增加	0	0	0	0
活動減少	0	0	0	0
疲軟	0	0	0	0
僵直	0	0	0	0
抽搐	0	0	0	0
運動失調	0	0	0	0
麻痺	0	0	0	0
痙攣	0	0	0	0
突眼	0	0	0	0
淚眼	0	0	0	0
瞳孔放大	0	0	0	0
瞳孔縮小	0	0	0	0
眼皮下垂	0	0	0	0
流涎	0	0	0	0
皮毛粗剛	0	0	0	0
豎毛	0	0	0	0
呼吸急迫	0	0	0	0
呼吸困難	0	0	0	0
咳血	0	0	0	0
發紺	0	0	0	0
肺水泡音	0	0	0	0
鼻分泌物	0	0	0	0
下痢	0	0	0	0
排尿失禁	0	0	0	0

討　論

台灣金線連早期被認爲與中國大陸華南地區所生產之花葉開唇蘭（*A. roxburghii* Lindley）爲同一種植物，但至1914年日人早田文藏博士發現，台灣金線連開花呈乳黃色，唇瓣朝下，且唇瓣的爪邊流蘇長而細，認爲並非花葉開唇蘭，而係一新植物，於是發表定名爲台灣金線連（*A. formosanus* Hayata）；其後又發現產於南部中央山脈一帶，開乳白花朝上，唇瓣爪部無流蘇狀裂絲之恆春金線連（*A. koshunensis* Hayata），又稱高雄金線連[10]。此二種之植株不易由外形辨識，其根、莖、或葉等部位，類皆相似，只有在開花期由花朵構造才能正確分辨。

一般而言，台灣產之金線連多被歸類爲台灣金線連或高雄金線連，惟實際上目前市面上金線連之種苗多源自種子，經無菌播種後，再經節段培養而得[4-7,10,11,17]，以致品種間變異性大，品系複雜，親緣關係混淆不清，由植株外形雖不易辨識，但其RAPD電泳圖譜與條帶之位置、數目與強度，即使爲同一種或同一品系，因其來源不同亦不一致（圖2、表4及表5）。金線連之雜交後代已被證實混有血葉蘭屬（*Ludisia*），及外形甚難區辨之齒唇蘭屬（*Odontochilus*）之植物血緣。此外，另有外形類似之斑葉蘭屬（*Goodyera*）植物，此屬產於中國長江以南，及越南、高棉、寮國、韓國、日本和台灣，生長在海拔1,000～2,500m 之闊葉林下，葉片奇特，成卵形或卵狀披針形，綠色葉面分佈有黃白色精緻斑紋或塊斑，花期9～10月；此類植物包括鳥嘴連（*Goodyera velutina*）、銀線連（*Goodyera matsumurana*）、斑葉蘭（*Goodyera schlechtendaliana*）、袖珍斑葉蘭（*Goodyera repens*）等，其葉形與網紋與金線連十分類似，且植株抗菌力強，生長旺盛，似可供爲金線連品種改良的優良親本來源[10]。

台灣金線連與高雄金線連爲台灣目前最主要之金線連品種。此二者之主要區別如下：台灣金線連之開花數目較少，花色乳黃，唇瓣朝下，唇瓣中段爪部有個細絲狀像梳子之構造，兩邊長短不一，各有6條。高雄金線連開花數目較多，花色乳白，常倒立在花軸上，唇瓣朝上，唇瓣中部有兩片小翼，但無流蘇狀構造。由於兩者花形外觀迥異，很容易分辨出台灣種或高雄種。惟此二種金線連之開花期一般在夏末秋初，生育期皆須達6個月以上，若要於較短時間內鑑別優良金線連之種原，供進行品種選育、大量生產、或多元化利用研究，則須利用分生技術如 Isozymes、RAPD 等方法，才能達到既簡單、快速又準確之鑑定效果[19,21,26]。本研究利用本所現有10個核苷酸序列的隨機引子35種，進行聚合酵素連鎖反應，初步發現隨機引子 primer #C1A：5'CGCGGACGAT3'，雖可大致區分金線連各品種系間之差異（圖2），惟因若干條帶呈現強度較弱，如金線連 tgk 品系在 893bp 之強度只 9，kso 在 971bp 只 13，應可再篩選更好之 primer，以更清楚區分各品種系間之差異，進而釐清金線連種間及種內之親緣關係。此外，高雄金線連之抗病力較強，耐熱性較高，莖節伸長較快速；台灣金線連不同品系之莖較粗、葉較大，但抗病力較弱，莖伸長亦較慢；若能篩選兩者雜交之優良品系，進行營養系繁殖，將可望育成特性一致，產量高，品質優良，及栽培管理容易之優良品種。

金線連對於生長環境之光線、溫度等條件之要求頗嚴，冬季溫度低於 5℃時，生長幾近停頓，夏季高溫時生長亦緩，因此所需肥料量不致太多，以施用緩效性有機肥料較佳，如黃豆餅水可供根吸收利用。在合適環境下，經栽培1年，金線連之株高可達 15～25 cm，因品種或栽培環境條件不同，其生長狀況、植株大小將有差異。金線連每年春秋兩季可進行採收，秋收時可全株拔起，每兩節切成一段，於傷口處沾上殺菌劑，放置於栽培材料上，即可長出新芽和新根。在平地雖可種植於遮陰之防雨設施下，但因夏季高溫多雨，70%以上的植株易罹患猝倒病死亡，因此平地應於秋天或冬天種植，惟因越夏困難，且植株一般較細小，將較無經濟價值；在海拔 600～1,000 m 以上之地區，因冬季氣溫低，生長緩慢，宜在2或3月種植，至年底即可採收。因此海拔 600～1,000 m 的地區較適合栽培金線連，且周年可生產，經濟效益較高。除了猝倒病外，金線連其他之病蟲害如下：細菌性軟腐病、蛞蝓與蝸牛、鳥類及紅蜘蛛等，均須適時進行防治工作[10,14]。

礦物質是維繫人體內各種生理代謝運作正常之重要無機物質[9,25]，如P與細胞之成長與修護，以及腎功能有關；K 能調節體液之 pH 值，影響神經傳導及心肌活動；Ca 促進骨骼及牙齒發育，與肌肉收縮及神經傳導有關；Mg 影響碳水化合物之代謝，與高能鍵之轉換有關；Na 能調節細胞液之 pH 值，主司細胞之通透性；Fe增進氧氣運送，且與酵素活性有關；Mn與某些酵素之活性有關；Cu與血紅素之產生有關；Zn與一些酵素之活性有關，又是胰島素之成分之一。本研究針對金線連之礦物質進行分析，發現台灣金線連與高雄金線連根部之礦物質元素含量確比其莖、葉含量高出很多，只有部分台灣金線連葉片 Ca、Mn及Cu的含量較高，此結果與前報頗爲類似[17]；惟就越南金線連而言，其葉部 N、P、K、Mg 及 Na 之含量皆比其根部高（表 3），是其特色，惟其種原混雜度較高，須先進行優良品系之篩選工作。

台灣特產之金線連爲民間及藥店極珍貴藥材之一，用途甚爲廣泛，用量通常爲鮮重 4～40 g，依各人體質虛實及症狀輕重而定[3,18]；而飼養賽鴿者認爲其可增強賽鴿之飛行力，故需用量頗大。民間流傳金線連能治百病，副作用少，且易爲人體吸收。據一些中醫臨床實驗發現，它有抗菌、防止菌體細胞繁殖及抗癌的功效，且對於肺病、腎虧、腰膝痺痛、糖尿病、高血壓、心臟病、氣管炎、急慢性肝炎、小兒發育不良等，似皆有奇效[10,18]。惟目前除民間傳聞、部分中醫臨床實驗及一般形態學之研究報告之外，有關金線連對人體生理之影響研究文獻極爲缺乏，只少數論及台灣金線連及高雄金線連確具部分生理活性[8]。

本研究針對六種金線連之安全性進行評估，以六種金線連煎液最高限劑量 5,000mg/kg 進行處理，強迫餵食[20]白鼠，處理後第 7 及 14 天雌雄鼠之平均體重雖較對照組顯著降低（表 7），惟均不產生任何臨床症狀，各器官亦無明顯的肉眼病變或死亡現象（表 9），顯示一次服食極高劑量之各種參試金線連煎液，僅造成短暫體重減輕現象。這些金線連試劑可歸類爲屬於無毒類或低毒性類，短期服食似屬安全，至於長期服食低劑量金線連之安全性，則須待進一步之測試與評估。

誌　謝

本研究承蒙臺灣省政府農林廳補助計畫經費（計畫名稱：87 年度南投縣發展地區性特產品---金線連組織培養育苗及通天草生產改進計畫），試驗進行期間得蒙南投縣埔里鎮農會王素娥指導員與金線連麒麟班張新發班長、本所張隆武、郭朝水、陳盛彰、白耀聰等先生、陳冠燕、賴明秀、陳淑芬、葉麗娟與張清惠等小姐之協助，謹致衷心謝意。

引用文獻

1. 方彥。1986。開創精緻農業中看金線連企業化栽培。興農 198:62-65。
2. 甘偉松。1970。蘭花的醫藥效用。中國醫學院勵進雜誌 8: 15。
3. 甘偉松、程兆熊、張清標。1983。金線連之藥用植物學考察。行政院衛生署中醫藥年報 3: 268-275。
4. 仝中和。1998。金線連。花蓮區原住民作物栽培手冊。花蓮區農業改良場。 31-32 頁。
5. 林俊義。1986。金線連之繁殖與推廣。農友 37: 14-17。
6. 周惠慈。1983。臺灣金線連組織培養繁殖—無性繁殖法之探討。中興理工學報 20:97-111。
7. 周惠慈、謝萬權、張其善。1982。臺灣金線連組織培養繁殖法。中興理工學報 19: 155-166。
8. 梁文俐、陳榮進、江育人、蘇慶華、楊玲玲、顏焜熒。1991。臺灣產金線連之生理活性研究。葯用及保健植物研討會專集。台東區農業改良場。
9. 益富保健營養食品諮詢顧問中心。1986。您知道各種維生素、礦物質對人體的作用嗎? 維生素、礦物質功能一覽表。
10. 陳幸琴、顏東敏、廖正雄。1996。金線連繁殖技術。東港鎮農會出版。
11. 陳雪貞。1986。臺灣金線連之微體繁殖。科學農業 34:105-107。
12. 董大成、黃伯超、李鴻基、陳熙林。1961。臺灣產常用食品之營養成份。臺灣醫學會雜誌 60: 973-1005。
13. 臺灣植物誌編輯委員會。1978。*Anoectochilus* Blume 開唇蘭(金線連)屬。臺灣植物誌 5: 874-879。台北。

14. 蔡東纂。1986。名貴的藥用植物-金線栽培談。興農 196: 83-84。

15. 劉連勝。1973。臺灣珍貴的藥用植物金線連。豐年 23:47。

16. 劉新裕、蔡新聲、徐原田、劉柏煙。1987。金線連之繁殖與栽培技術。科學農業 35:125-154。

17. 劉新裕、蔡新聲、黃漢津、胡敏夫、葉常青。1987。金線連大量繁殖與栽培後之生育性狀、種間比較及營養成分研究。中華農業研究 36:357-366。

18. 謝文全、李銘生。1983。會徽植物-金線連。臺中市藥用植物研究會會刊 1: 3- 5。台中。

19. Arus, P. and T.J. Orton. 1983. Inheritance and linkage relationships of isozyme loci in *Brassica oleracea*. J. Hered. 74: 405-412.

20. Chan, P.K. and A.W. Hayes. 1994. Acute toxicity and eye irritancy. In Principles and Methods of Toxicology. 3rd Edition. Raven Press. New York. pp.579-648.

21. Jain, A., S. Bhatia, S. S. Banga, S. Prakash, and M. Laksshmikumaran. 1994. Potential use of random amplified polymorphic DNA (RAPD) technique to study the genetic diversity in indian mustard (*Brassica juncea*) and its relationship to heterosis. Theor. Appl. Genet. 88: 579-648.

22. Environmental Protection Agency Office of Pesticides & Toxic Substances. 1982. Acute oral toxicity. In Pesticide Assessment Guidelines. Subdivision F. Hazard Evaluation: Human and Domestic Animals. 81-1, pp. 39-43, Washington, DC.

23. Farm Chemicals Handbook. 1986. Meister Publishing Co., Willoughby, OH.

24. M. L. Jackson. 1962. Soil chemical analysis 3rd ed. Prentice-Hall Inc. 151-154。

25. W.Mertz. 1981. The essential trace elements. Science 213：1332-1338。

26. Welsh, J. and M. McClelland. 1991. Fingerprinting genomes using PCR with arbitrarily primer. Nucleic Acids Res. 18：7213-7218。

Studies on the Varietal Characters and Acute Toxicity of *Anoectochilus* spp.[1]

Sin-Yie Liu[2], Torng-Wu Chang[2], Jau-Yueh Wang[3], Ai-Hwa Chang[4] and Shun-Cheng Wang[5]

Summary

A total of 35 *Anoectochilus* species has been found in the world. Among them, five most important species in Taiwan are *Anoectochilus formosanus* Hayata, *Anoectochilus koshunensis* Hayata, *Anoectochilus roxburghii* Lindley, *Odontochilus inabai* Hayata, and *Odontochilus bisaccatus* Hayata. Four popular lines of *A. formosanus* , i.e., Common line, Black-Jewel line, Red-Stem line, and Dominant-Vein line were particularly produced nowadays in the mountain areas having a elevation of 600-1,000m. The results obtained from comparison on the characters and yield potential of above-mentioned *Anoectochilus* species indicated that Black-Jewel line might be the most promising line due to its tall and beautiful plant shape and high yield potential, but *A. koshunensis* was more tolerant to high temperature than *A. formosanus.*

In order to assess and distinguish the genetic variations of all the *Anoectochilus* species used in this paper at DNA level, the *Anoectochilus* species were detected by RAPD (random amplified polymorphic DNA) technique.13 polymorphic DNA fragments were scored for all materials tested using primer #C1A : 5' CGCGGACGAT3', a random 10 bp primer selected from 35 primers used in TARI. Among these fragments, 684 bp existed only in *Anoectochilus* plants originated from Viet Nam, and 971 bp only in *A. koshunensis.*

The acute toxicological effects of water crude extracts of *Anoectochilus* species administered in single dose of 5,000mg/kg (maximal test threshold) were also evaluated. No gross abnormalities were noted in any organs of the treated animals at the necropsy. The change of body weight of tested rats showed significant decrease in male and female rats at 7 and 14 days. These *Anoectochilus* solutions belonged to non- or less-toxic products.

Key words : *Anoectochilus* spp., Varietal character, Production, RAPD, and Acute toxicity.

---

1. Contribution No. 1950 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Senior Agronomist and Assistant, Department of Agronomy, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Research Assistant, Office of Plant Germplasm, TARI.
4. Research Assistant, Department of Agricultural Chemistry, TARI.
5. Head of Department of Applied Toxicology, Taiwan Agricultural Chemicals and Toxic Substances Research Institute. Wufeng,Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(3)：259～266（1998）

不同氮磷鉀肥施用量與種植密度對仙草產量及品質之影響[1]

胡敏夫[2] 張愛華[3] 呂椿棠[2] 劉新裕[2]

摘要：以氮素 100、140（ck）及 180kg/ha三級，磷酐 40（ck）及 80kg/ha二級，氧化鉀 70（ck）及 140kg/ha二級等參試組合，施用化肥種類爲硫酸銨，過磷酸鈣及氯化鉀。第一年選水稻後作地栽培，試驗設計採用 RCBD 設計，4 重複，3 行區，行株距爲 1.4 m× 0.9 m (7,940 株/公頃)：第二年選旱作地 (前作馬鈴薯)，株距採 0.9m 及 0.6m（11,900 株/公頃）二種密度，肥料種類及用量等級同前年，試驗採裂區設計，試驗地點擇嘉義縣水上鄉生產區。第一年試驗結果發現，每公頃平均乾株產量以 $N_1P_1K_1$ 區（100：40：70kg/ha）最高達 10,230kg，次依序爲 $N_2P_2K_1$ 區 10,180kg 及 $N_3P_2K_2$ 區 9,886kg ；每公頃平均葉產量則以 $N_2P_1K_1$ 區最高達 3,084kg，次依序爲 $N_2P_1K_2$ 區 2,846kg 及 $N_2P_2K_1$ 區 2,717kg，而 $N_1P_1K_1$ 區亦達 2,618kg，但上述數據經變方分析結果，並未達 5%顯著差異水準。氮、磷及鉀肥間對產量之主效應分析，亦未達 5% 顯著差異水準。葉凝膠強度分析，發現 $N_1P_2K_2$ 區（100：80：140kg/ha）之葉凝膠強度較高 118.2g/cm²，而 $N_1P_1K_1$ 區僅 29.4g/cm²，由此結果可瞭解，在乾株產量及葉凝膠強度兩項性狀均表現較佳之肥料組合爲N100：$P_2O_5$80：K_2O 140kg/ha。第二年試驗結果發現，氮肥施用量增加有促使仙草莖增長及葉凝膠強度提高之趨勢，磷肥與鉀肥效應則相反，即增施磷肥除對葉凝膠強度有利外，對其他性狀均不利，而鉀肥則反是，施用量增加並不能有效提高葉凝膠強度。種植密度間之效應比較，D_2 處理（每公頃種植 11,900 株）雖然在平均單株重量較低，但在每公頃之乾株及乾葉產量上比 D_1 處理（7,940 株）高，有顯著差異。處理組合間之效應比較，每公頃平均乾株產量及葉凝膠強度兩項性狀均表現較高者爲採株距 90cm 種植之 $D_1N_2P_2K_2$ 區（140：80：140kg/ha），其各獲得 6,067kg 與 110.7g/cm²；而採株距 60cm 種植者，爲 $D_2N_3P_2K_2$ 區（180；80；140），各獲得 7,092kg 與 142.4g/cm²。

關鍵詞：仙草、肥料、凝膠強度。

前　　言

仙草（*Mesona procumbens* Hemsl.）爲一種良好之保健植物，分佈於台灣全境山麓地帶，爲先民早期之消暑勝品，近年來商人或食品工廠，利用其乾草研製多樣化的健康飲料，需要量突增，於是栽培面積逐年增加，發展潛力頗大，因此，被列爲當前『少量多樣化』的重點作物。本所爲配合此政策，發展本土性固有之特產，特著手仙草品種選育工作，迄今已選育二優良品系，其中 78-T-1 品系不僅乾株產量高，且凝膠強度亦高，在水上鄉試種農民頗爲喜愛[5]。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1951 號。
2. 本所農藝系助理研究員、助理及研究員。台灣省　台中縣　霧峰鄉。
3. 本所農化系助理研究員。

仙草種植地的選擇，南北兩主要生產地之農民，皆以水稻後作地及連續旱作地種植，因此施肥量因植地而異，據調查關西地區農民之慣行肥料施用量爲硫酸銨 400kg/ha、過磷酸鈣 200kg/ha 及氯化鉀 200kg/ha[2,3]，水上鄉則施用複合肥 1 號肥 400kg/ha（N：P_2O_5：K_2O =20：5：10），桃園區改良場進行仙草肥料試驗，初步發現施用複合 1 號肥 700kg/ha 之仙草乾株產量較高[6]，但有關仙草凝膠品質如何？卻從未提及。爲兼顧在二種植地之利用下，均能提高仙草產量及品質，特以不同肥料量及種植密度進行試驗詳加探討，俾能提供給農民作施肥技術改進之參考。

材料與方法

以氮素 100、140（ck）及 180kg/ha三級，磷酐 40（ck）及 80kg/ha二級，氧化鉀 70（ck）及 140kg/ha 二級等複因子組合參試，肥料種類乃用硫酸銨、過磷酸鈣及氯化鉀，施肥方法爲 1/3 量作基肥，2/3 量作追肥，於植後 60 及 90 天進行施用，供試材料爲 78-T-1 優良品系，第一年選水稻後作地，試驗採 RCBD 設計，4 重複，3 行區，行株距爲 1.4 m x 0.9 m（7,940 株/公頃），種植地點爲水上鄉，種植時間爲 85 年 5 月 7 日，10 月 9 日收穫。第二年選旱作地（前作馬鈴薯），株距採 0.9 及 0.6m (11,900 株/公頃）二種密度，肥料種類及用量等級組合同前年，試驗採裂區設計，24 個區集，即以密度爲主區，肥料施用量爲副區，種植時間爲 86 年 4 月 12 日，收穫時間爲 10 月 6 日。

調查項目爲植前與植後土壤理化性質分析、株高、莖長與公頃乾株產量、葉率及凝膠強度等。仙草凍製造方法，乃每樣本取乾葉 40g，置於 1,000cc 燒杯內，再加碳酸鈉 3g 及蒸餾水 600cc，然後使用加熱攪拌器蒸煮沸騰 2.5 小時，之後，取出加蒸餾水至原量（643g），此所得即爲仙草汁原液。接著將此原液取 100cc 放入 150ml 燒瓶內微微加溫，並把已調糊之 2g 純玉米澱粉（Sigma）徐徐倒入，快速攪拌直至成糊狀，隨後使之冷卻成凍。

凝膠強度測定方法，使用物性測定儀（RHEOPLOTER,NRM-2010J-CW）測定，測定條件爲感頭 (sensor)2kg，套頭（adapter）直徑 8mm，載物台速度每分鐘 30cm，記錄電壓爲 1 伏特[1]。

結果與討論

水稻後作地之土壤理化性質分析結果列於表 1，該試驗地係屬酸性砂質壤土，表底土之有機質平均含量 1.1%，有效磷含量 52.5ppm，交換性鉀含量 97.9ppm，交換性鈣含量 395.9ppm，交換性鎂含量 100.8ppm。移植試驗後之土質分析發現，各試區表土 pH 值降 0.5-0.7 單位，底土降 0.2-0.4 單位；有效磷 P_1 及 P_2 區之表底土均增加，但交換性鉀、鈣及鎂各試區之表底土均減少。旱作後作地之土壤理化性質分析列如表 2，此試驗田亦屬酸性砂質壤土，表底土之有機質平均含量 1.15%，有效磷含量 157.2 ppm，交換性鉀含量 174ppm，交換性鈣含量 656ppm，交換性鎂含量 82ppm，即第二年之試驗田比第一年試驗田肥力高，但試驗後土質分析發現，各試區表土 pH 值降 0.2-1.0 單位，底土降 0.1-0.7 單位，比前年變動大；有效磷除 $D_2N_3P_1K_1$ 及 $D_1N_3P_1K_2$ 區減少外，其他區無論於 P_1 及 P_2 處理之表底土也增加，而交換性鉀、鈣及鎂的含量，各試區亦同第一年試地一樣皆減少，由此判斷仙草需要此等肥料元素頗多，此可從 78-T-1 品系植體成分分析之數據可佐證，如磷含量每百克中含 617mg，鉀 4,415ppm，鈣 742ppm，鎂 261ppm[4]。

另就 Jayaram D.& Barker.氏[9]指出酸性土壤中鉀交換性高，鈣及鎂容易發生缺失，加上此二年試驗期間仙草生育期中常遇豪雨，似有發生沖失之虞。

第一年產量調查結果發現，每公頃平均乾株產量以 $N_1P_1K_1$ 區 N 100：$P_2O_5$40：K_2O 70（kg/ha）達 10,230kg 最高，次依序爲 $N_2P_2K_1$ 區 10,180kg 及 $N_3P_2K_2$ 區 9,886kg；每公頃平均葉產量以 $N_2P_1K_1$ 區 3,084kg 最高，次依序爲 $N_2P_1K_2$ 區 2,846kg 及 $N_2P_2K_1$ 區 2,717kg，而 $N_1P_1K_1$ 區亦達 2,618kg，但上述數據經變方分析結果並未達 5%顯著差異水準（表 3）。氮磷鉀肥間主效應與交感效應之分析，兩項產量

亦發現未達 5%顯著差異水準，由此結果可瞭解仙草種植增施氮磷鉀肥並不能增加產量。

仙草之乾草品質係著重於凝膠強度，而凝膠機制據前人研究均爲多醣體中之 Fraction C 所作用(8,10)，且此成分葉中含量大於莖，因此葉之凝膠強度大於莖(7)。本試驗亦分別將莖與葉測試，發現莖取樣爲葉之三倍量仍然無凝膠現象，因此從葉凝膠強度方面加以探討其品質，發現 $N_1P_2K_2$ 區（100：80：140kg/ha）凝膠強度最高達 118.2g/cm²，而 $N_1P_1K_1$ 區僅 29.4g/cm²（表 3），縱然如此，但經變方分析及各要素間之效應分析，與產量表現一樣均未達 5%顯著差異水準，惟從氮磷肥間之交感效應分析，發現在葉凝膠強度表現上有顯著差異存在，此似顯示施用氮肥配合適量磷肥有助提高仙草葉之凝膠強度（表 4）。另外，從各處理葉凝膠強度之實際上表現，發現多施磷鉀肥區，其葉凝膠強度有較高之趨勢。

表 1.　水上鄉水稻後作地仙草肥料試驗田之理化性質分析

Table 1. Soil property analysis of the experimental field after planting Hsian-tsao at Shui-Shang rice cropping in 1996.

Treatment	Depth (cm)	pH	O.M. (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Texture
$N_0P_0K_0$	0-15	4.9	1.2	58.1	123.6	401.6	101.3	SL
	15-20	4.9	1.0	46.9	72.3	390.3	100.3	
$N_1P_1K_1$[Z]	0-15	4.3	1.2	69.2	32.2	286.0	57.2	
	15-20	4.6	1.1	58.1	24.2	301.0	75.2	
$N_1P_1K_2$	0-15	4.3	1.2	86.5	71.7	283.2	57.0	
	15-20	4.7	1.1	66.0	18.5	288.7	74.0	
$N_1P_2K_1$	0-15	4.4	1.2	69.5	22.0	255.5	62.5	
	15-20	4.9	1.1	56.1	19.5	347.2	85.7	
$N_1P_2K_2$	0-15	4.3	1.1	82.2	36.7	186.7	33.5	
	15-20	4.7	1.0	63.9	29.5	238.0	57.2	
$N_2P_1K_1$	0-15	4.2	1.3	97.3	32.2	335.5	61.7	
	15-20	4.5	1.2	63.3	19.5	356.5	77.7	
$N_2P_1K_2$	0-15	4.0	1.2	78.4	27.2	288.0	60.5	
	15-20	4.5	1.0	56.0	17.0	289.7	71.5	
$N_2P_2K_1$	0-15	4.4	1.2	68.7	22.5	296.2	55.5	
	15-20	4.7	1.0	53.0	21.2	264.0	62.7	
$N_2P_2K_2$	0-15	4.2	1.2	75.0	68.2	246.0	50.5	
	15-20	4.6	1.1	67.1	24.7	280.7	67.7	
$N_3P_1K_1$	0-15	4.2	1.1	67.9	51.7	238.5	58.0	
	15-20	4.6	1.0	59.9	32.5	318.0	81.0	
$N_3P_1K_2$	0-15	4.4	1.3	79.1	60.7	237.2	54.0	
	15-20	4.6	1.1	64.3	24.5	282.5	71.5	
$N_3P_2K_1$	0-15	4.2	1.2	80.1	27.0	220.0	44.2	
	15-20	4.7	1.0	63.7	19.7	348.5	84.7	
$N_3P_2K_2$	0-15	4.4	1.0	81.4	23.0	243.7	48.7	
	15-20	4.6	1.0	66.1	21.0	269.0	63.2	

[Z] N_1=100kg/ha,　N_2=140kg/ha,　N_3=180kg/ha.

P_1=$P_2O_5$40kg/ha,　P_2=$P_2O_5$80kg/ha。K_1=K_2O 70kg/ha, K_2=K_2O140kg/ha.

表 2. 水上鄉旱作後作地仙草肥料試驗田之理化性質分析

Table 2. Soil property analysis of the experimental field after planting Hsian-tsao at Shui-Shang potato cropping in 1997 .

Treatment	Depth (cm)	pH	O.M. (%)	P (ppm)	K (ppm)	Ca (ppm)	Mg (ppm)	Texture
$N_0P_0K_0$	0-15	4.9	1.2	168.0	213.3	707.8	89.0	SL
	15-20	4.7	1.1	146.5	135.0	604.1	75.2	
$D_1N_1P_1K_1$[z]	0-15	4.3	1.1	200.2	260.2	445.2	50.8	
	15-20	4.2	1.1	176.2	215.8	563.8	61.8	
$D_2N_1P_1K_1$	0-15	4.4	1.3	169.8	45.0	631.8	120.5	
	15-20	4.6	1.2	165.0	77.8	614.5	176.5	
$D_1N_1P_1K_2$	0-15	4.6	1.1	196.5	184.3	589.0	51.0	
	15-20	4.4	1.2	169.0	234.8	577.8	54.3	
$D_2N_1P_1K_2$	0-15	4.2	1.2	185.3	137.3	512.3	55.8	
	15-20	4.4	1.2	163.8	177.0	645.5	71.3	
$D_1N_1P_2K_1$	0-15	4.5	1.2	212.3	142.3	576.0	86.8	
	15-20	4.6	1.1	175.5	187.5	645.8	63.5	
$D_2N_1P_2K_1$	0-15	4.1	1.2	248.8	107.3	526.3	34.0	
	15-20	4.2	1.7	205.5	133.8	625.3	47.3	
$D_1N_1P_2K_2$	0-15	3.9	1.2	262.3	249.5	522.5	30.0	
	15-20	4.0	1.1	209.8	324.0	535.3	53.8	
$D_2N_1P_2K_2$	0-15	4.1	1.1	373.3	190.8	755.3	22.3	
	15-20	4.0	1.2	259.5	277.3	633.3	41.0	
$D_1N_2P_1K_1$	0-15	4.4	1.2	173.5	109.8	413.5	43.8	
	15-20	4.2	1.3	164.5	130.8	485.5	51.3	
$D_2N_2P_1K_1$	0-15	4.0	1.2	217.5	107.0	430.0	22.3	
	15-20	4.0	1.3	194.0	179.3	358.8	34.8	
$D_1N_2P_1K_2$	0-15	4.3	1.3	241.3	135.8	490.8	28.0	
	15-20	4.2	1.2	208.5	210.0	428.8	38.5	
$D_2N_2P_1K_2$	0-15	4.2	1.2	253.8	161.8	619.5	21.5	
	15-20	4.1	1.1	299.0	236.8	411.0	34.8	
$D_1N_2P_2K_1$	0-15	4.2	1.1	218.3	135.8	401.0	33.5	
	15-20	4.3	1.2	180.8	171.8	430.5	45.8	
$D_2N_2P_2K_1$	0-15	3.9	1.2	199.3	127.5	526.8	43.0	
	15-20	4.1	1.1	165.3	167.3	529.0	58.3	
$D_1N_2P_2K_2$	0-15	4.2	1.2	286.8	169.0	477.3	17.8	
	15-20	4.0	1.1	224.8	217.8	412.8	29.0	
$D_2N_2P_2K_2$	0-15	4.1	1.2	272.3	191.0	643.8	30.8	
	15-20	4.0	1.2	193.3	180.5	978.5	41.5	
$D_1N_3P_1K_1$	0-15	4.0	1.2	252.0	193.0	907.5	30.5	
	15-20	4.3	1.1	204.0	220.5	580.3	38.8	
$D_2N_3P_1K_1$	0-15	4.2	1.2	154.3	66.0	511.3	50.3	
	15-20	4.3	1.1	146.5	123.8	546.8	66.0	
$D_1N_3P_1K_2$	0-15	4.3	1.1	161.3	185.5	383.8	35.5	
	15-20	4.4	1.2	156.5	275.5	433.5	38.8	
$D_2N_3P_1K_2$	0-15	3.9	1.2	251.3	147.5	559.0	32.0	
	15-20	4.1	1.1	197.0	216.5	472.3	44.0	
$D_1N_3P_2K_1$	0-15	4.7	1.2	200.5	132.0	574.3	59.5	
	15-20	4.6	1.1	202.0	184.5	596.8	60.3	
$D_2N_3P_2K_1$	0-15	4.0	1.3	252.5	147.0	466.3	38.0	
	15-20	4.2	1.2	194.5	168.0	573.3	55.5	
$D_1N_3P_2K_2$	0-15	4.1	1.2	190.0	199.0	450.0	29.0	
	15-20	4.2	1.2	227.5	211.3	579.3	45.3	
$D_2N_3P_2K_2$	0-15	4.2	1.2	244.5	212.2	681.3	32.3	
	15-20	4.2	1.2	180.8	156.5	588.8	27.8	

[z] The same as Table 1.

D_1=90cm density(7,940pl./ha).

D_2=60cm density(11,900pl./ha).

表 3. 不同氮磷鉀肥料施用量對仙草主要農藝性狀之影響

Table 3. Performance of main agronomic characters and gel formation strength of Hsian-tsao in each plot in 1996.

Teratment	Cane length (cm)	Leaf wt. /whole pl. (%)	Dry Plant yield (kg/pl.)	Yield (kg/ha) Dry leaf	Dry plant	Gel formation strength (g/cm²)
$N_1P_1K_1$[Z]	110.7	29.8	1.289	2,618	10,230	29.4 (3.2)[y]
$N_1P_1K_2$	105.7	31.9	1.009	2,341	8,650	30.8 (3.3)
$N_1P_2K_1$	103.7	33.9	1.225	2,600	9,726	54.0 (3.0)
$N_1P_2K_2$	104.7	33.5	1.185	2,688	9,799	118.2 (3.1)
$N_2P_1K_1$	110.0	35.0	1.180	3,084	9,369	68.6 (3.2)
$N_2P_1K_2$	113.5	34.7	1.187	2,846	9,420	98.1 (2.9)
$N_2P_2K_1$	109.2	29.7	1.282	2,717	10,180	54.3 (3.2)
$N_2P_2K_2$	116.1	22.4	1.239	1,944	9,837	89.7 (3.0)
$N_3P_1K_1$	105.5	28.6	1.130	2,251	8,968	35.3 (3.0)
$N_3P_1K_2$	114.6	29.1	1.230	2,668	9,763	57.9 (3.0)
$N_3P_2K_1$	103.5	34.6	1.236	2,142	9,814	63.8 (3.2)
$N_3P_2K_2$	102.7	33.7	1.245	2,638	9,886	35.9 (3.0)

[Z] The same as Table 1.

[y] ( )The brix of extraction solution.

表 4. 氮、磷及鉀肥不同施用量間對仙草葉凝膠強度之效應分析

Table 4. Analysis of variance on the interaction effects of N X P X K for the gel formation strength of Hsian-tsao.

S.O.V.	DF	M.S.
N	2	200,229.2
P	1	353,633.3
K	1	18,960.7
NP	2	5,017.2*
NK	2	1,659.3
PK	1	110.4
NPK	2	3,203.6
Error	33	1,475.2

第二年試驗結果如各項性狀之平均值比較列於表 5，氮肥施用量間，其莖長之表現似隨著氮施用量增加有增長之趨勢，但葉率表現則呈相反，但不顯著，此因N_1處理仙草生長較差，植株顯現短莖葉密現象，由此而導致平均公頃乾株產量較低，葉產量反而較高狀況。葉凝膠強度比較，雖處理間無顯著差異存在，但N_3處理表現達 131.6g/cm² 最高。磷肥施用量之效應比較，六項主要農藝性狀之個別間，P_1 與 P_2 處理均無顯著差異，惟在莖長、單株產量、公頃乾株及葉產量與葉率等性狀表現，均以 P_1 施用量較佳，P_2 施用量之仙草生長顯現較差，其葉凝膠強度確反而較高 17g/cm²；鉀肥效應則磷肥相反。種植密度間效應比較，D_2 處理（每公頃種植 11,900 株）雖然在平均單株重量較低，但在每公頃之乾株及乾葉產量上比 D_1 處理（7,940 株）高，有顯著的差異。

另以個別試區之表現加以比較，D_1 處理發現乾株產量及葉凝膠強度表現均較佳者為 $N_2P_2K_2$ 區，其各獲得 6,067kg 與 110.7g/cm²；而 D_2 處理表現較佳者為 $N_3P_2K_2$ 區，各獲得 7,092kg 與 142.4g/cm²，

此顯示仙草旱作後作地採用株距 90cm 種植者，每公頃三要素施用量宜採 140：80：140kg 之組合，仙草之乾株產量可獲得較高產，葉凝膠強度亦不會太低，而採株距 60cm 種植者，較適合之三要素組合爲 180：80；140kg（表 6）。

表 5. 各項參試單因子對仙草主要農藝性狀之景響

Table 5. Analysis of variance on the main agronomic characters of Hsian-tsao in different fertilizer rates and planting densities.

S.O.V.	Cane length (cm)	Dry plant wt./pl. (g)	Leaf wt. /whole pl. (%)	Dry plant yield (kg/ha)	Dry plant yield (kg/ha)	Gel formation strength (g/cm²)
N_1	66.8a[Z]	0.576a	40.2a	5,430.7a	2,231.4a	120.7a
N_2	68.8a	0.589a	36.8a	5,711.8a	2,086.2a	118.9a
N_3	69.6a	0.552a	37.4a	5,660.7a	2,218.8a	131.6a
P_1	69.3a	0.577a	38.4a	5,660.6a	2,232.4a	115.2a
P_2	67.4a	0.568a	38.0a	5,541.5a	2,125.2a	132.4a
K_1	67.6a	0.560a	38.0a	5,486.3a	2,151.0a	132.6a
K_2	69.2a	0.585a	38.3a	5,715.8a	2,206.6a	114.9a
D_1	67.7a	0.615a	37.2a	4,883.8b	1,809.5b	125.8a
D_2	69.0a	0.530a	39.1a	6,318.3a	2,548.1a	121.7a

[Z] Means followed by the same letter within the column of each item in each source of variance are not significantly different at 5 % level by the LSD test.

表 6. 不同氮磷鉀肥料施用量及種植密度對仙草主要農藝性狀之影響

Table 6. Performance of main agronomic characters and gel formation strength of Hsian-tsao in each experimental plot in 1997.

Treatment	Cane length (cm)	Leaf wt. /whole pl. (%)	Dry plant yield (kg/pl.)	Dry leaf yield (kg/ha)	Dry lanf yield (kg/ha)	Gel formation strength (g/cm²)
$D_1N_1P_1K_1$[Z]	63.2	39.6	0.552	1,489	4,387	105.2 (3.7)[y]
$D_2N_1P_1K_1$	70.3	41.5	0.587	2,908	6,994	115.0 (3.6)
$D_1N_1P_1K_2$	68.3	37.3	0.593	1,746	4,706	162.0 (3.4)
$D_2N_1P_1K_2$	69.5	41.9	0.515	2,526	6,131	85.7 (3.7)
$D_1N_1P_2K_1$	63.0	36.5	0.622	1,805	4,943	95.4 (3.5)
$D_2N_1P_2K_1$	67.0	39.8	0.457	2,153	5,440	162.0 (3.5)
$D_1N_1P_2K_2$	63.7	37.7	0.544	1,273	4,320	116.4 (3.3)
$D_2N_1P_2K_2$	69.2	47.6	0.548	3,352	6,524	103.8 (3.7)
$D_1N_2P_1K_1$	69.2	36.2	0.618	1,783	4,908	170.6 (3.4)
$D_2N_2P_1K_1$	67.3	40.0	0.533	2,477	6,345	63.2 (3.7)
$D_1N_2P_1K_2$	74.4	40.2	0.651	2,079	5,170	127.9 (3.7)
$D_2N_2P_1K_2$	69.8	34.8	0.578	2,378	6,912	81.2 (3.6)
$D_1N_2P_2K_1$	71.8	37.4	0.607	1,808	4,824	133.5 (3.7)
$D_2N_2P_2K_1$	65.2	38.4	0.494	2,238	5,884	146.1 (3.4)
$D_1N_2P_2K_2$	68.0	33.0	0.764	1,972	6,067	110.7 (3.6)
$D_2N_2P_2K_2$	64.7	35.2	0.469	1,956	5,583	118.4 (3.5)
$D_1N_3P_1K_1$	67.1	36.3	0.603	1,692	4,786	118.6 (3.3)
$D_2N_3P_1K_1$	69.7	35.9	0.516	3,031	6,149	125.0 (3.8)
$D_1N_3P_1K_2$	67.2	38.1	0.648	1,971	5,147	90.0 (3.2)
$D_2N_3P_1K_2$	76.0	39.0	0.528	2,462	6,290	122.8 (3.9)
$D_1N_3P_2K_1$	68.4	36.5	0.592	1,713	4,703	127.3 (3.5)
$D_2N_3P_2K_1$	69.6	38.3	0.543	1,816	6,473	194.9 (3.5)
$D_1N_3P_2K_2$	68.8	38.6	0.585	1,785	4,645	117.1 (3.7)
$D_2N_3P_2K_2$	70.7	36.7	0.595	2,632	7,092	142.4 (3.5)

[z,y] The same as Table 2 and Table 3.

綜觀二年試驗結果，就種植地而言，水稻後作地的肥力比旱作後作地低，但各試區之仙草乾株產量均達 9,000kg 以上，而旱作後作地最高僅能獲得 7,000kg，此或許因年度氣候不同所影響外，長期經過浸水與否？導致土壤酸化，影響仙草根活力及土壤中有效養分之溶解性有關，此可從選擇山藥後作地栽培，而仙草植株普遍發生略似萎凋病之特徵加以佐證。不過，旱作後作地之仙草雖生長不如水稻後作地，惟其葉凝膠強度均普遍提高，亦未發生徒長現象。

由上述結果顯示，種植仙草欲獲得高產似宜選水稻後作地種植，但施肥量應小心斟酌，以避免仙草植株徒長而影響葉之凝膠強度，即採株距 90cm 種植者，為兼顧乾株產量及葉凝膠強度表現，每公頃化肥施用量，以施用氮素 140kg、磷矸 80kg、鉀素 140kg 爲宜，選旱作之後作地栽培者，以株距 60 cm 者密植，氮素應提高施用量至 180kg，以株距 90cm 種植，則氮素施用量爲 140 kg，而磷及鉀肥施用量之增減，雖對仙草的產量與葉凝膠強度互有差異，但從個別組合之效應表現，似可分別以每公頃施用 80kg 與 140kg 加以配合施用，以提高植地之 pH 值。

誌　謝

本研究承蒙行政院農業委員會之 86 科技-1.7-糧-（5-1）與 87 科技- 1.1-糧-10（4-2）計畫經費補助，謹誌謝忱。

引用文獻

1. 史宏財、許明仁。1995・仙草凝膠物質之萃取及其凝膠性質之研究。農特產品加工研討會專刊。274-281 頁。
2. 胡敏夫、林禮輝。1985。仙草品種與植期產量及主成分含量之影響。中華農業研究 34(2)：157-163。
3. 胡敏夫、林禮輝。1986。仙草不同生長期之主成分含量分析。中華農業研究 25(2)：180-185。
4. 胡敏夫、劉慧瑛、朱戩良、劉新裕。1997。仙草品系間農藝性狀 與化學組成分之比較。中華農業研究 46(1)：32-41。
5. 胡敏夫、姜金龍、龔財立、呂秀英、劉新裕。1988。仙草優良品 系區域適應性試驗。中華農業研究 47(1)：1-11。
6. 姜金龍、史宏財、龔財立。1991。植苗數與氮肥施用量對仙草產 量與品質之影響。桃園區農業改良場研究報告。8:1-8。
7. 楊祖馨、王西華、余幸福、鄭水淋、劉明堂、葉雲旗、鄭幸梧。1951。關於仙草化合物之研究。台大農化 3:1-4。
8. 楊啓春、陳理宏、呂政義。1982。仙草凍凝膠機構之研究以不同乙醇濃度沉澱仙草多醇膠質之凝性及醣成分之組成。食品科學 9:19-26。
9. Jayaram D. and V. Allen Barker.1994. Potassium Fraction with Other Nutrients in Crops: A Review Focusing on The Tropics Journal of Plant Nutrition,17(11).1859-1886.
10. Lii.C.Y. and L.H.Chen.1988.The factors in the gal-forming properties of Hsian-sao (Mesona procumbens Hemsl.). I. Extraction conditions and different starches. Proc. Natl.Counc.Roc.1:436-442。

Effects of Different Application Rates of N-P-K Fertilizers and Planting Densities on The Yield and Quality of Hsian-Tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.)[1]

Min-Fu Hu[2], Ai-Hwa Chang[3], Chun-Tang Lu[2] and Sin-Yie Liu[2]

Summary

The purpose of this experiment was to study the effects of different application rates of N-P-K fertilizers and planting densities on the dry plant yield, leaf yield and leaf gel formation strength of Hsian-tsao after rice and potato cropping in 1996 and 1997. A new strain of 78-T-1 was used in a RCBD design with four replications.N-P-K fertilizers were applied in plot with different rates of 100,140 and 180kg/ha of N, 40 and 80kg/ha of P_2O_5, 70 and 140kg of K_2O. Planting density of D_1 (7,490 plants/ha) was adopted in the first year, and D_2 (11,900 plants/ha) was added in the second year using a spilt-plot design at Shui-Shang in Chia-I county. The results of the first year showed that the plot of $N_1P_1K_1$ (100:40:70kg/ha) had the best performance on dry plant yield of 10,230 kg /ha, following by the plot of $N_2P_1K_2$ (10,180kg) and $N_3P_2K_2$ (9,886kg) ,but in the plots of $N_2P_1K_1$ (3,084kg/ha), $N_2P_1K_2$ (2,846kg/ha), and $N_2P_2K_1$ (2,717kg/ha) were found having higher dry leaf yields. These were not significantly different among plots as well as individual effect of each fertilizer rate on the dry plant yield and dry leaf yield in analysis of variance. Although the $N_1P_2K_2$ plot do not have higher dry plant yield, but it obtained better gel formation strength in leaf with 118.2 g/cm^2 than the other plots after rice cropping. Results from planting after potato cropping found that Hsian-tsao plants were more vigorous with better gel formation strength in the N_3 (180kg) plot than in the N_2 (140kg) and N_1 (100kg) plots with inconsistent effects of P and K. In comparison of the effect of the planting densities, D_2 treatment obtained more dry plant yield and dry leaf yield per hectare than D_1 treatment which had higher whole plant yield per plant. The best combination of N, P_2O_5 and K_2O rates was found in $D_1N_2P_2K_2$ and $D_2N_3P_2K_2$ plots of having the highest dry plant yield per hectare and the best gel formation strength in leaf.

Key words: Hsian-tsao (*Mesona procumbens* Hemsl.), Fertilizer, Gel formation strength.

---

1. Contribution No. 1951 from Taiwan Agricultural Research Institute (TARI). This research was granted by the Council of Agriculture. Executive Yuan. (Project number:86-AST-1.7-FAD- (5-1) and 87-AST-1.1-FAD-10 (4-2)).
2. Respectively,Assistant Agronomist, Researcher Assistant, Senior Agronomist, Department of Agronomy, TARI, wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Assistant Soil Scientist, Department of Agricultural Chemistry, TARI.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(3)：267～282（1998）

微衛星 DNA 與逢機增殖多型性 DNA 在番椒同種內種原鑑定之利用及比較 [1]

王昭月 [2]　范明仁 [2]

摘要：本研究以源自歐洲、亞洲、北美、南美洲及澳洲等地區 16 個栽培國家的 90 個番椒（*C. annuum*）種原，探討以微衛星 DNA（microsatellite DNA：ISSR）與逢機增殖多型性DNA（random amplified polymorphic DNA, RAPD）分子標誌，進行不同來源地區的同『種』內番椒種原之鑑別，並估測其歧異性。試驗結果顯示 ISSR 分析，可自 5 個引子的聚合酵素連鎖反應（polymerase chain reaction，PCR）產物中，獲得 151 個多型性片段；以 RAPD 分析時，自 5 個引子的產物中，則可獲得 130 個多型性片段。將 ISSR 或 RAPD 標誌的 5 個引子合併分析結果，均可使同『種』內 90 個品系完全鑑別。唯 ISSR 內單一引子 SCRI 1418 具有指紋比對之效力，可將同『種』內 90 個種原完全鑑別。以 ISSR 分析並估測不同來源地區番椒種原之歧異性，結果以澳洲種原之相似性係數爲 0.68 最低，其次爲瓜地馬拉種原之 0.73，最高爲義大利種原之 0.82；以 RAPD 標誌估測不同來源地區番椒種原之歧異性，結果也以澳洲種原之相似性係數 0.67 最低，而以義大利及土耳其等地區種原之相似係數 0.82 爲最高。試驗結果顯示，利用 ISSR 或 RAPD 分析均可標誌同『種』內不同種原之多型性，且對於不同來源地區種原之歧異性之估測亦有相似之結果。此兩種分子分析標誌均爲簡單、省時又具效率之種原鑑定方式。

關鍵詞：微衛星 DNA、逢機增殖多型性 DNA、種原鑑定、番椒。

前　言

經歷長程的人爲選拔與育種，俾使多數地方種或傳統栽培種逐漸喪失原有的種原歧異性。但爲了不斷再適應變遷中的生態環境及長遠的農業生產目標，人類除積極保育現存的野生或馴化植物資源以應不時之需外，對潛藏於種原中的抗病性、耐逆境或特殊品質特性基因的篩選與遺傳評估，將同爲農業研究上重要的一環。

自 Kary Mullis（1984）提出 PCR （polymerase chain reaction）技術後，利用 DNA 層次的分子生物標誌，已廣泛被利用於種原（品種)鑑定或植物育種計畫上後裔遺傳之評估；另外對於種原演進，相似保存性等探討也視爲一項有效的工具之一。分子生物標誌較傳統之植物性狀更具準確與快速性[14]。自 1990 年 Welsh[19] 及 William[20] 提出操作簡單的 RAPD 分析技術（random amplified polymophic DNA)，至今在水稻 [11]、十字花科蔬菜 [8,9]、馬鈴薯 [6]、桃 [2]、菊花 [21]及康乃馨 [15]等多數作物利用 RAPD 進行種原鑑別或特定性狀基因分析研究上，均有報導。而與 RAPD 同期發展的 PCR 分子標誌技術中的微衛星 DNA（microsatellite DNA）分析，也是一種較簡單且有效率的種原分析方法。微衛星 DNA 分

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1952 號。
2. 本所作物種原室助理研究員、研究員兼主任。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

析可追溯至Tautz等人(1984)首先在哺乳類動物的基因組上發現1～6個核甘酸重覆性短序列（short tandem repeat）[17]，而後 Condit（1991），Akkaya（1992）及 Wang（1994）等人又陸續提出，稱之爲simple sequence repeat(SSR)，此同樣存在植物上，且有明顯的多型性表現[1,4,18]。1993年迄今，微衛星DNA 分析已成功利用於水稻基因圖譜[22]，大豆基因型研究[14]，玉米的種原分析[16]。初期的微衛星DNA分析，係由各作物DNA資料庫中，搜尋出現頻度高的SSR序列，合成該引子，再針對特定作物進行 PCR 多型性分析[13,16]。至1995年 Kantety 進一步提出 inter-simple-sequence- repeat（ISSR），利用於玉米遺傳歧異度分析[7]。Charters（1996）以 ISSR markers 可完全鑑別油菜栽培種[3]。Ratnaparkhe（1998）也以 ISSR 標誌小黎豆抗鐮刀菌萎凋病（*Fusarium* wilt）基因[13]，使得 ISSR 已有更多實用化之研究。

番椒（*Capsicum spp*. Pepper）爲茄科三大作物之一，僅次於馬鈴薯、番茄。亞洲地區生產約占全球半數，其主要經濟栽培幾乎都屬於 *C. annuum*，其包含所有甜椒及大多數辣椒。據1995年亞洲蔬菜研究發展中心（AVRDC）統計，現保存6000份種原中 *C. annuum* 至少占60%，未分類占23%，其餘野生馴化種原尙未及20%，故 *C. annuum* 重要性可見一斑。唯 *C. annuum* 種內相似性高，除部分可於開花結果晚期分辨外，常無法自植株型態上鑑別每一品系。鑑於育種栽培時，能有更快速、詳實的種原遺傳背景資料，擬於本研究比較利用微衛星DNA（ISSR）及RAPD標誌 在『種』內鑑別之可行性。

材料與方法

一、植物材料

取自亞洲蔬菜研究發展中心，蒐集得90個番椒種原（*C. annuum*），含甜椒、辣椒二類。各品系來源地包括歐洲、亞洲、北美、南美洲及澳洲等地區，其中含主要栽培國家有中國大陸、韓國、義大利等16個國家（表1）。

表 1. 試驗之番椒種原

Table 1. Accessions of pepper (*Capsicum annuum*) germplasm used for experiment

Order number	P.I. Number	Country of origin	Order number	P.I. Number	Country of origin
1	C02409	Australia	20	C01122	Germany
2	C02413	Australia	21	C01242	Germany
3	C02408	Australia	22	C00790	Germany
4	C02410	Australia	23	C01155	Germany
5	C02411	Australia	24	C03860	Guatemala
6	C02412	Australia	25	C00881	Guatemala
7	C02415	Australia	26	C01255	Guatemala
8	C00701	Bulgaria	27	C02542	Guatemala
9	C00716	Bulgaria	28	C02673	Guatemala
10	C00745	Bulgaria	29	C03854	Guatemala
11	C02741A	Brazil	30	C03855	Guatemala
12	C02741B	Brazil	31	C03856	Guatemala
13	C03764	Brazil	32	C03951	Guatemala
14	C03773	Brazil	33	C00712	Hungary
15	C00772	China	34	C00839	Hungary
16	C01239	China	35	C00868	Hungary
17	C01413	China	36	C01203	Hungary
18	C01477	China	37	C00963	Italy
19	C01121	Germany	38	C00766	Italy

（續表 1.）

39	C00785	Italy	65	C03640	Malaysia
40	C00787	Italy	66	C00812B	Netherlands
41	C03961	Japan	67	C00931	Netherlands
42	C00833	Japan	68	C01311	Netherlands
43	C01454	Japan	69	C00784	Netherlands
44	C01487	Japan	70	C00867	Netherlands
45	C01540	Japan	71	C00703	USSR
46	C01026	Korea	72	C00693	USSR
47	C01674	Korea	73	C00715	USSR
48	C01675	Korea	74	C01132	USSR
49	C01676	Korea	75	C01562	USSR
50	C03831	Korea	76	C03033	Turkey
51	C03832	Korea	77	C02684	Turkey
52	C03833	Korea	78	C03016	Turkey
53	C01315	Mexican	79	C03085	Turkey
54	C02484	Mexican	80	C03018	Turkey
55	C02485	Mexican	81	C03140	Turkey
56	C02996	Mexican	82	C00707	USA
57	C03834	Mexican	83	C00767	USA
58	C03837	Mexican	84	C00801	USA
59	C03838	Mexican	85	C00829	USA
60	C03448	Malaysia	86	C00832	USA
61	C03464	Malaysia	87	C00845	USA
62	C03468	Malaysia	88	C00751	USA
63	C03471	Malaysia	89	C00788	USA
64	C03472	Malaysia	90	C01961	USA

二、DNA 萃取

取植株嫩葉 0.3 公克加入液態氮磨碎，後加入 500 μl 的 DNA 萃取緩衝液（2%(w/v) CTAB，100 mM Tris-HCl ，pH 8.0; 20 mM EDTA ；1.4 M NaCl ; 0.2%（v/v） β-mercaptoethenol），再放入 60℃水浴 30 分鐘，輕輕混勻後加入 500 μl chloroform-isomamyl alcohol （24：1 , v/v ） ，再混合均勻以 4℃ 14,000rpm離心 10 分鐘。取上清液加入 300 μl 之冰冷 isopropanol，混合均勻後放置在室溫下沉澱 1 小時（或 -20℃，隔夜）。再離心去上清液，再加入 1 ml 的 washing buffer (76% ethanol (v/v); 10 mM ammonium acetate) 輕輕混勻後，再於 4℃ 下以 14,000 rpm 離心 10 分鐘，再去上清液將沉澱的 DNA 置於無菌操作台風乾。風乾的 DNA 溶於 50μl 的無菌水再加入 RNase（10 μg/ml）在 37℃ 下反應 20 分鐘。最後取 10 μl 的 DNA 溶液，稀釋 100 倍並測定 OD 260 nm 之讀值，及計算 DNA 含量濃度。

三、聚合酵素連鎖反應（Polymerase Chain Reaction，PCR)

1. RAPD 分析：

將萃取得之 genomic DNA 稀釋成 5 ng/μl 放置在 -20℃ 下，提供聚合酵素連鎖反應時，作爲模板 DNA。自 UBC RAPD primer set 取 100/4 及 100/5 共二組 200 種引子，及 Operon KitA（O、P、Q、R、S）與 KitB 共 120 種引子，經初步試驗，由 PCR 產物中篩選出多型性明顯的引子 5 個：UBC 313 , UBC 327 , UBC 457 , OPB1，OPB10），進行 90 個品系的聚合酵素連鎖反應。反應液總體積爲 25μl，內含 1 u Taq polymerase （Promega）、1×PCR buffer （50 mM KCl；10 mM Tris-HCl，pH 9.0；0.1% Triton 100)、2.5 mM MgCl2、200 μM dNTP、0.2 μM primer 及 50 ng template DNA。聚合酵素連鎖反應儀器爲 Perkin Elmer Cetus Thermal Cycler 960，反應溫度條件設定如下： 94℃ 3 分鐘，41℃ 1 分鐘，72℃ 1 分鐘；再進行 43 次的 94℃ 1 分鐘，41℃ 1 分鐘，72℃ 2 分鐘；最後 72℃ 5 分鐘。反應完成後貯藏在 4℃。

2. ISSR 分析：

ISSR分析之聚合酵素連鎖反應的DNA材料與反應液體積濃度與RAPD分析相同，唯ISSR反應用引子則取自 UBC Kit 及水稻、玉米基因組中的 ISSR primers，共計 72 條。經初步試驗篩選出 5 種多型性明顯的引子：Y6A，Y6S，UBC886，UBC887，SCRI1418。PCR 反應儀器與RAPD 分析相同，反應溫度則設定為：94℃ 3 分鐘，50℃ 1 分鐘，72℃ 1 分鐘；再進行 43 次的 94℃ 1 分鐘，50℃ 1 分鐘，72℃ 2 分鐘；最後 72℃ 5 分鐘。反應完成後貯藏在 4℃。

四、DNA 電泳

經聚合酵素連鎖反應而增殖之 DNA ，取 12μl 加入 6 倍的電泳緩衝液（6×loading buffer：0.25% bromophenol blue 及 xylene cyanol，40% w/v sucrose），而 RAPD 分析係在 2.5% 的 agarose 以 TAE buffer（40 mM Tris acetate，pH 8.0；1 mM EDTA）進行 DNA 電泳；ISSR 分析則以 3 % MetaPhor agarose（MetaPhor：SeaKem LE = 1：1），電泳液為 TBE。電泳槽為 Cosmo, Mupid-2，電壓 100 伏特，電泳時間約 25 分鐘，結束後置於 0.5 mg/ml 的 ethidium bromide 中染色 20-30 分鐘，再置於 UV 光箱中，檢視膠體上 DNA 多型性片段，並照相及貯存影像於 IS 2000 Digital Imaging System (Alpha Innotech Corporation) 進行分析。

五、資料分析

群集分析是採用 Gel-Compar 軟體，計算兩品系間所有分析的 RAPD 或 ISSR 條帶中相同條帶的比率。所有樣品兩兩分析後，以 UPGMA（Unweighted Pair-Grouping Mean Arithmetical）估算相似性程度。PCR 產物的 DNA 片段係以 Bio100 DNA Ladder（3000bp00bp） 作為估算分子量。並以 Dice's 相似性係數分析，相似性係數值（simple matching coefficient）的計算方式為 F=2nxy/nx+ny。nx 及 ny 分別代表 X 及 Y 品系的所有多型性 DNA 片段，nxy 則表示 X 及 Y 品系間都共有的片段數（simple matching coefficient , Nei & Li 1979）[10]，再於 Digital 個人電腦中以 Gel-Compar 軟體進行 UPGMA 群體分析，估算品系間遺傳相似程度（similarity coefficient）。

結　果

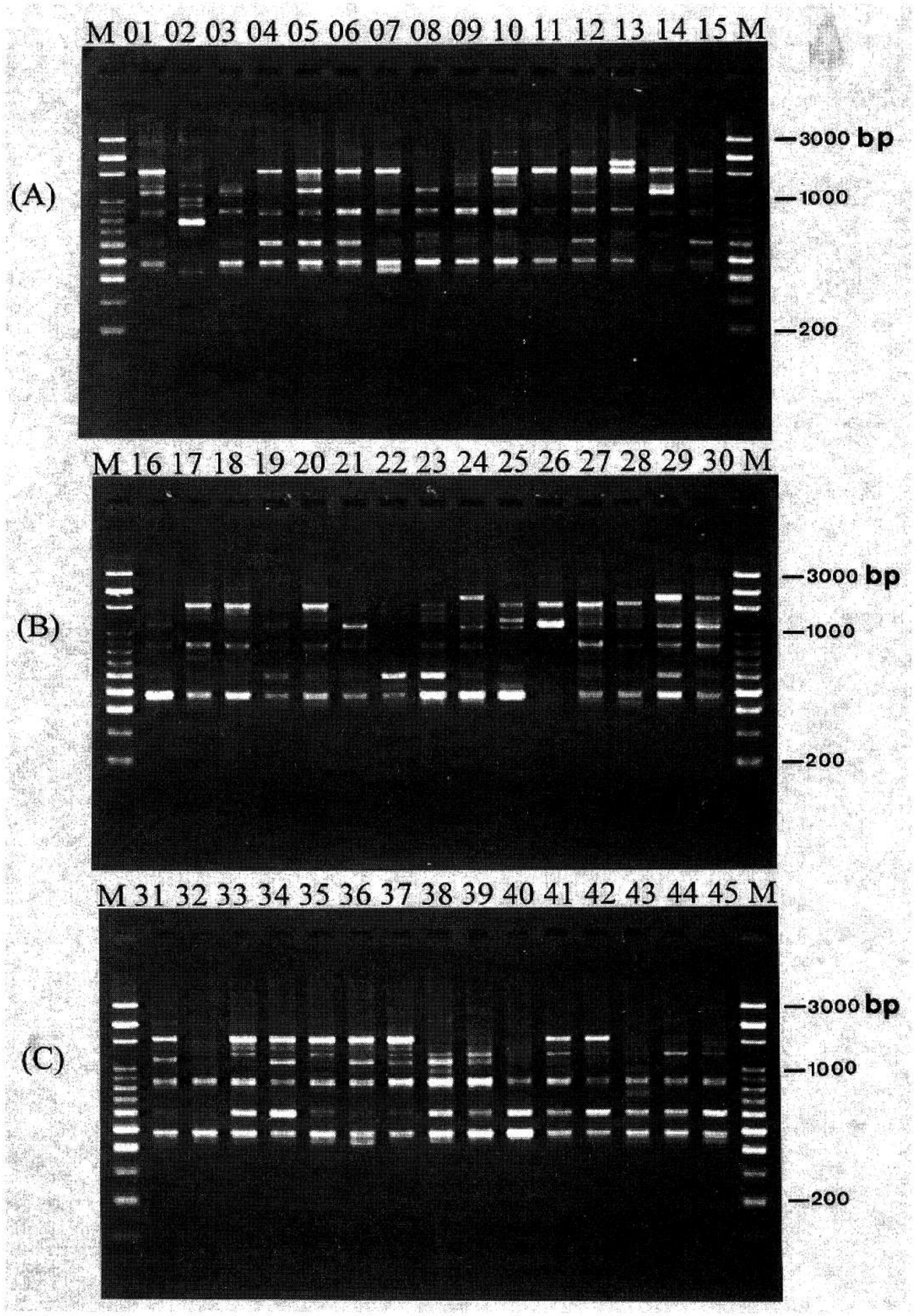
一、番椒（*C. annuum*）種原之 RAPD 分析

自 PCR 產物篩選多型性表現明顯的 RAPD 引子 5 個：UBC313，UBC327，UBC457，OPB1，OPB 10（表 2），進行 90 個 *C. annuum* 種內種原鑑定之結果顯示，以 OPB1 與 OPB10 二個引子所產生的多型性片段比率最高，其中 OPB1 產生的 26 個 RAPD markers，均呈現明顯多型性（表 2，圖 1）。總計 5 個 RAPD 引子共可產生 134 個 RAPD 條帶，其中 130 個具條帶有多型性，平均每個引子產生 27 個 RAPD 條帶。產生的 RAPD 條帶分子量大小則介於 273bp 至 2,811bp （表 2）。

表 2. 具有多型性之 RAPD 引子及其多型性特性

Table 2. Characteristics of polymorphic RAPD primer

Primers	Sequence	Product Size (bp)	No. of Fragments	Polymorphic Fragments	Polymorphic Index (%)
UBC 313	5' ACGGCAGTGG3'	273-1,961	19	17	89
UBC 327	5' ATACGGCGTC3'	289-1,926	32	31	97
UBC 957	5' CGACGCCCTG3'	334-2,344	33	32	97
OPB 1	5' GTTTCGCTCC3'	445-2,811	26	26	100
OPB 10	5' CTGCTGGGAC3'	295-2,184	24	24	100
Total			134	130	-
Average			27	26	96


M 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 M
(A)
—3000 bp
—1000
—200
M 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 M
(B)
—3000 bp
—1000
—200
M 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 M
(C)
—3000 bp
—1000
—200

（接下頁）

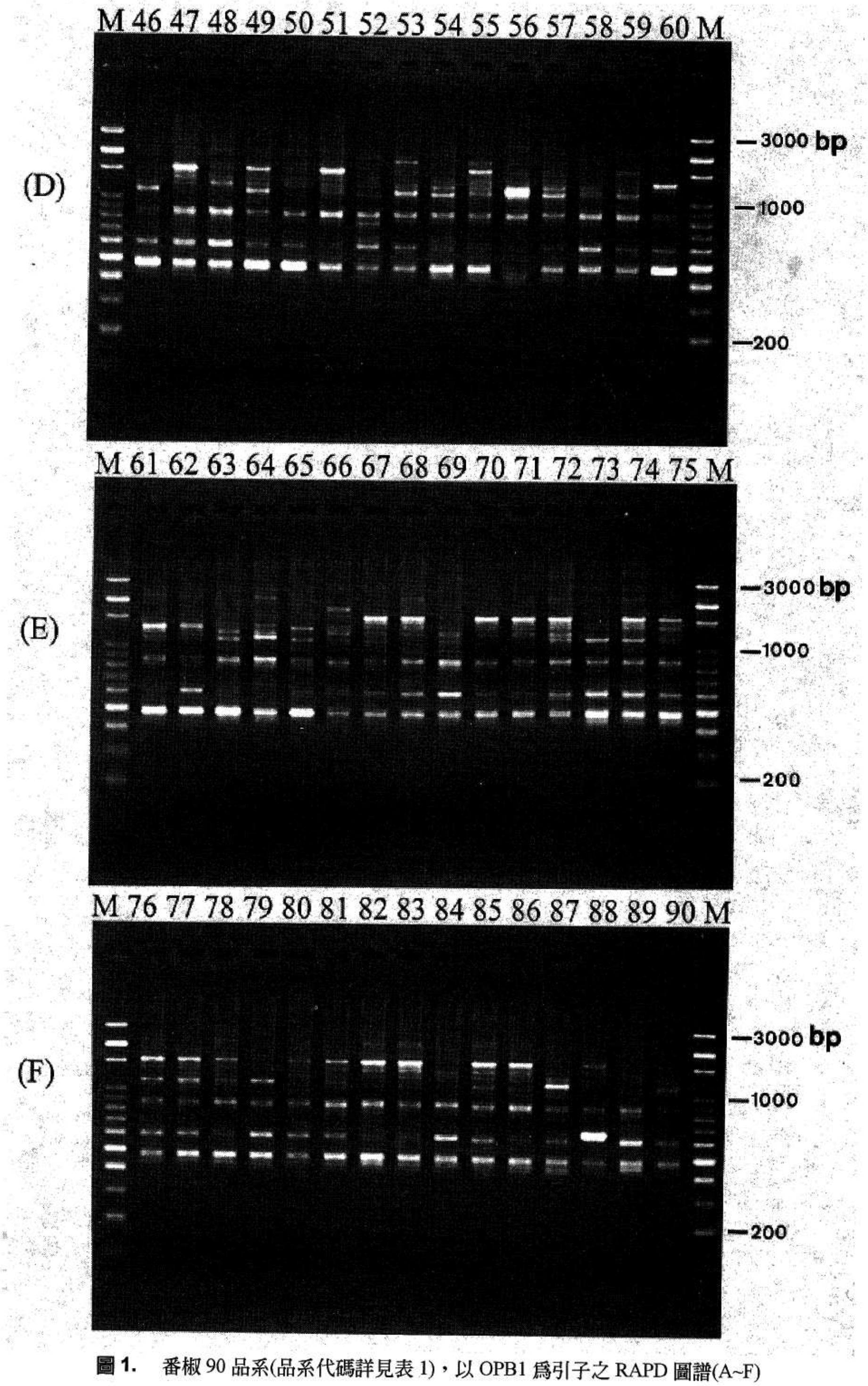


圖 1. 番椒 90 品系(品系代碼詳見表 1)，以 OPB1 爲引子之 RAPD 圖譜(A~F)

Fig.1. RAPD profiles (A~F) generated by primer OPB1 and resolved by 2.5% agarose gel. Numbers on top refer to the accessions listed in Table 1.

將 5 個 RAPD 引子所產生的 134 個 RAPD 條帶，合併進行 UPGMA 群集分析。試驗分析結果顯示，供試的 90 個品系之遺傳相似性係數最遠爲 0.67（圖 2，表 4），其中以來自澳洲的 7 個品系，巴西的 4 個品系及瓜地馬拉的 9 個品系等三地區種原間的相似性係數最低，介於 0.67～0.7 之間；而來自保加利亞的 3 個品系、荷蘭的 5 個品系及土耳其的 6 個品系等地區番椒種原之相似性係數較高，約爲 0.82～0.83。整體而言，供試的 90 個番椒種原間相似性係數值在 0.67 至 0.95 之間，而各不同地區之種原相似值則介於 0.67 至 0.82（圖 2，表 4）。

二、 番椒（C. annuum）種原之 ISSR 分析

自 PCR 產物中篩選有明顯多型性表現的 ISSR 引子 5 個：Y6A、Y6S、UBC 886、UBC 887 、SCRI 1418（表 3，圖 3、圖 4），進行 90 個 *C. annuum* 種內種原鑑定之結果顯示，以 SCRI 1418 引子所產生的 DNA 多型性比率最高爲 98%（表 3）；而 PCR 產生的片段又以 Y6A 及 SCRI 1418 兩個引子最多，分別各爲 44 個條帶及 40 個條帶。唯引子 SCRI 1418 反應產物中發現，產生的條帶具有指紋比對（finger printing）的效果，供試的 90 個品系均可以此引子予以鑑別。綜合 5 個 ISSR 引子，計可產生 165 個條帶，其中 151 個條帶有多型性，平均多型性比率達 91%。供試的 5 個 ISSR 引子，平均每個引子可產生 33 個條帶，而此 PCR 產物(條帶)的分子量大小則介於 175 bp 至 2,340 bp 間（表 3）。

將 5 個 ISSR 引子進行 PCR 產生的 165 個條帶，合併以 UPGMA 群集分析結果顯示，供試的 90 個品系其遺傳相似性係數最低爲 0.68（圖 5、表 4），其中仍以來自澳洲的 7 個品系間的相似性係數最小，爲 0.68；其次來自瓜地馬拉之 9 品系、韓國的 7 個品系間的相似性係數 0.73；土耳其的 6 個品系間的相似性係數 0.78；來自義大利的 4 個品系間的相似性係數最高，爲 0.82。整體而言，供試的 90 個番椒種原相似性係數值在 0.68 至 0.95 之間，而源自各不同地區之種原相似值則介於 0.68 至 0.82（圖 5、表 4）。

討　論

爲深入探討番椒種原種間遺傳相似性及評估地域性種原演化歧異度，Conicella（1989）利用酯酵素（esterase）之同功異構酵素的差異，探討不同地區來源之番椒（*Capsicum annuum* L.），結果以esterase 同功異構酵素圖譜分爲 A、B、C 三型：種原來自美國南部者依不同區可分屬 A、B 二型；墨西哥地區全屬 A 型；中美洲全屬 B 型；南美洲的秘魯爲 B 型；哥倫比亞 C 型，由此推論番椒是以中南美洲（玻利維亞）爲其核心起源中心，而後傳至北美、歐洲等處。故在中南美洲各地區，可散見不同類型之種原，而大量栽培的美國南部則因自各處引進種原，集大成而有雜聚現象[5]。唯利用酵素電泳可資提供的標誌基因較少，環境對材料的干擾也容易影響分析結果，因此無法將大量相似的種原再作更進一步精確分群。而近代 PCR 技術快速發展，植物種原多已深入 DNA 層次作更詳盡的分析。Prince 等人（1995）利用 RAPD 分析 21 個源自不同地區之不同種的番椒品系，結果發現產生的多型性 DNA 片段，可清楚的作爲品種間 DNA 指紋比對 (DNA fingerprinting)，且這些 PCR 增殖的 DNA 多型性片段，經 UPGMA 的群集分析 (cluster analysis)，又可清楚的將 21 品系分成四群，其中依『種』的分別將 *C. annuum*、*C. frutescens* 與 *C. baccatum* 三個種，明顯分成三個連鎖的群集[12]，但對相似性很高的同種內種原，尚未作進一步探討。綜合本研究結果證實，以 RAPD 或微衛星 DNA 應用於番椒種內種原鑑定均具有很高的多型性表現，兩種分析結果對於同『種』內族群之相似性評估也有相近的結果（圖 2、圖 5）。然而利用微衛星 DNA 進行 PCR 所增殖的多型性片段數目平均較高於以 RAPD markers 分析者（表 2、 3），因此可提供作爲 finger printing 或作品系間鑑別的標誌也可能相對較 RAPD 多。進一步比較 RAPD 與微衛星 DNA 在種原分析上的效率，發現 RAPD 較容易產生人爲因素差異，故須留意試驗結果的再現性[7]。而早期標準的微衛星 DNA 分析，則在進行 PCR 反應前，須對存在該作物的 SSR 基因序列詳知，以確保正確地由此重覆序列增殖，此對於直接將微衛星 DNA 應用於植物育種

，成爲較費事而不易推行的方法。目前利用 ISSR （inter-simple- sequence -repeat）分析，可快速鑑別遺傳上極相似的種原，而且無須知道基因組的序列，故是爲一種簡便有效率又可直接用於偵測種原多型性之標誌方式。唯綜合本試驗結果證實以 RAPD 及微衛星 DNA 標誌方式確實均可應用於同『種』內一群遺傳很相近的種原鑑定、種原相似性估測或品系間遺傳歧異性之探討。

表 3. 具有多型性之 ISSR 引子及其多型性特性

Table 3. Characteristics of polymorphic ISSR primer

ISSR ID	Sequence sequence	Product Size (bp)	No. of Fragments	Polymorphic Fragments	Polymorphic Index (%)
Y6A	AATTCAAACACGCC-TCCCGAGTG	175-1,831	44	42	95
Y6S	ATATGCATTGCCTGG-AACTGGAAGGA	194-1,890	36	34	94
UBC 886	VBV(CT)^7	301-1,678	25	19	76
UBC 887	DVD(TC)^7	347-2,349	20	17	85
SCRI1418	BVB(GATA)^4	201-2,334	40	39	98
Total			165	151	-
Average			33	30	91

表 4. 不同來源的番椒種原以 RAPD 或 ISSR 標誌經 UPGMA 群集分析之相似性係數

Table 4. The Similarity coefficient of pepper (*Capsicum annuum*) germplasm from different countries, generated by ISSR or RAPD markers, and calculated from UPGMA cluster analysis

Country	Number. of Accessions	Similarity Coefficient by RAPD markers	Similarity Coefficient by ISSR markers
Australia	7	0.67	0.68
Bulgaria	3	0.82	0.77
Brazil	4	0.70	0.76
China	4	0.80	0.78
Germany	5	0.74	0.79
Guatemala	9	0.70	0.73
Hungary	4	0.77	0.79
Italy	4	0.82	0.82
Japan	5	0.79	0.79
Korea	7	0.77	0.73
Mexican	7	0.77	0.78
Malaysia	6	0.79	0.78
Netherlands	5	0.82	0.73
USSR	5	0.82	0.77
Turkey	6	0.82	0.78
USA	9	0.74	0.78

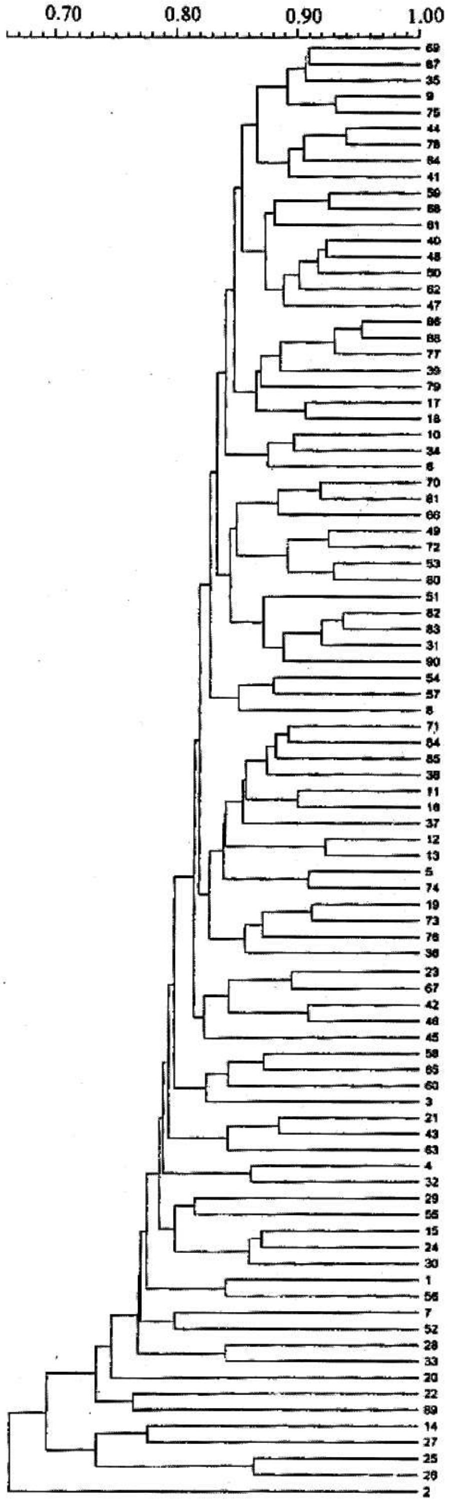
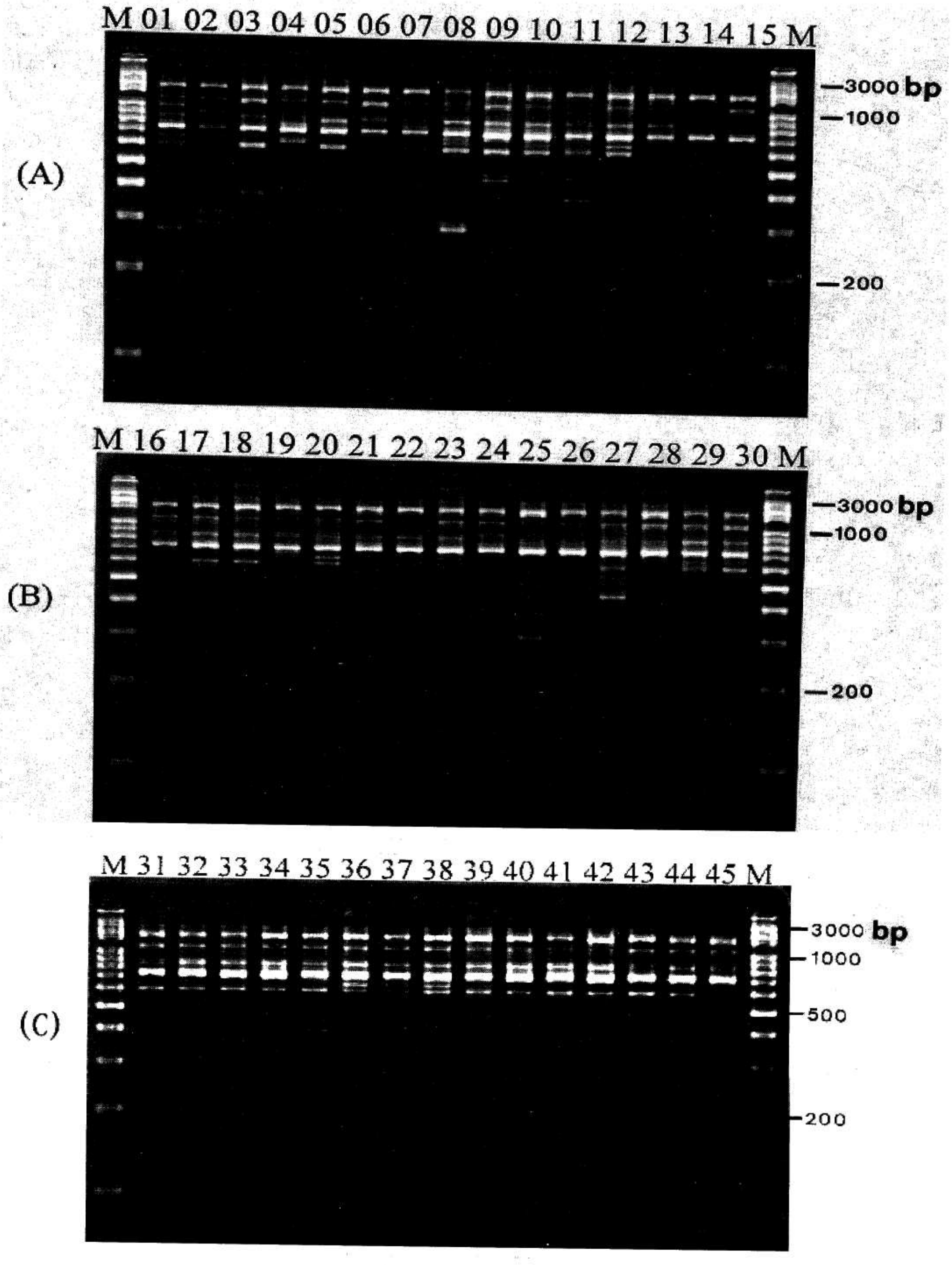


圖 2. 番椒 90 品系之 RAPD 圖譜，經 UPGMA Dice's 計算之相似性樹狀圖(品系代碼詳見表 1)

Fig. 2. Dendrogram illustrating genetic relationship among 90 pepper accessions, generated by UPGMA cluster analysis calculated from 134 RAPD markers produced by five primers. The scale on the top is Dice's coefficient of similarity (Numbers on right side of dendrogram refer to accessions list in Table 1)


M 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 M
—3000 bp
—1000
—200
(A)
M 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 M
—3000 bp
—1000
—200
(B)
M 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 M
-3000 bp
-1000
-500
-200
(C)

（接下頁）

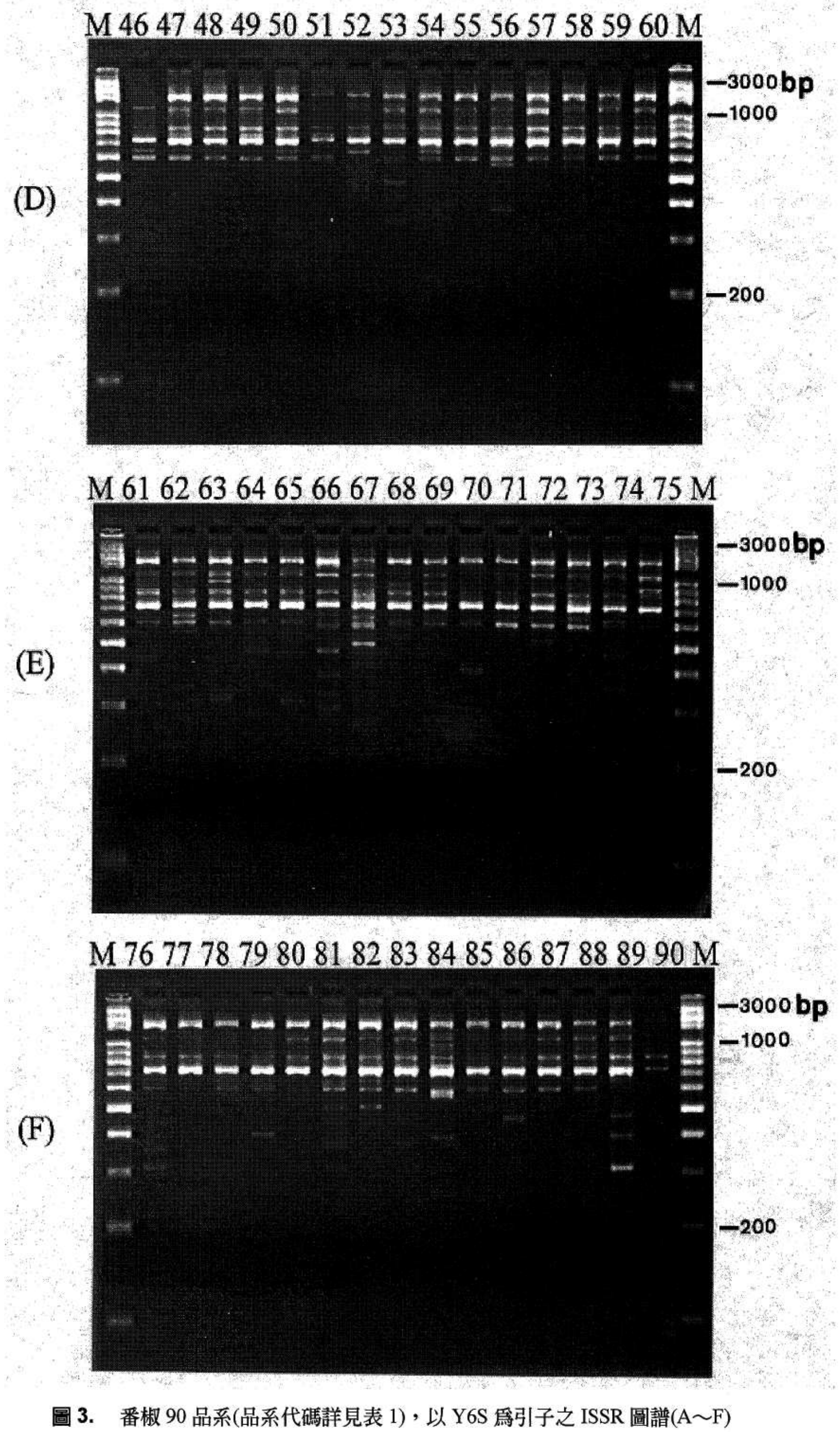
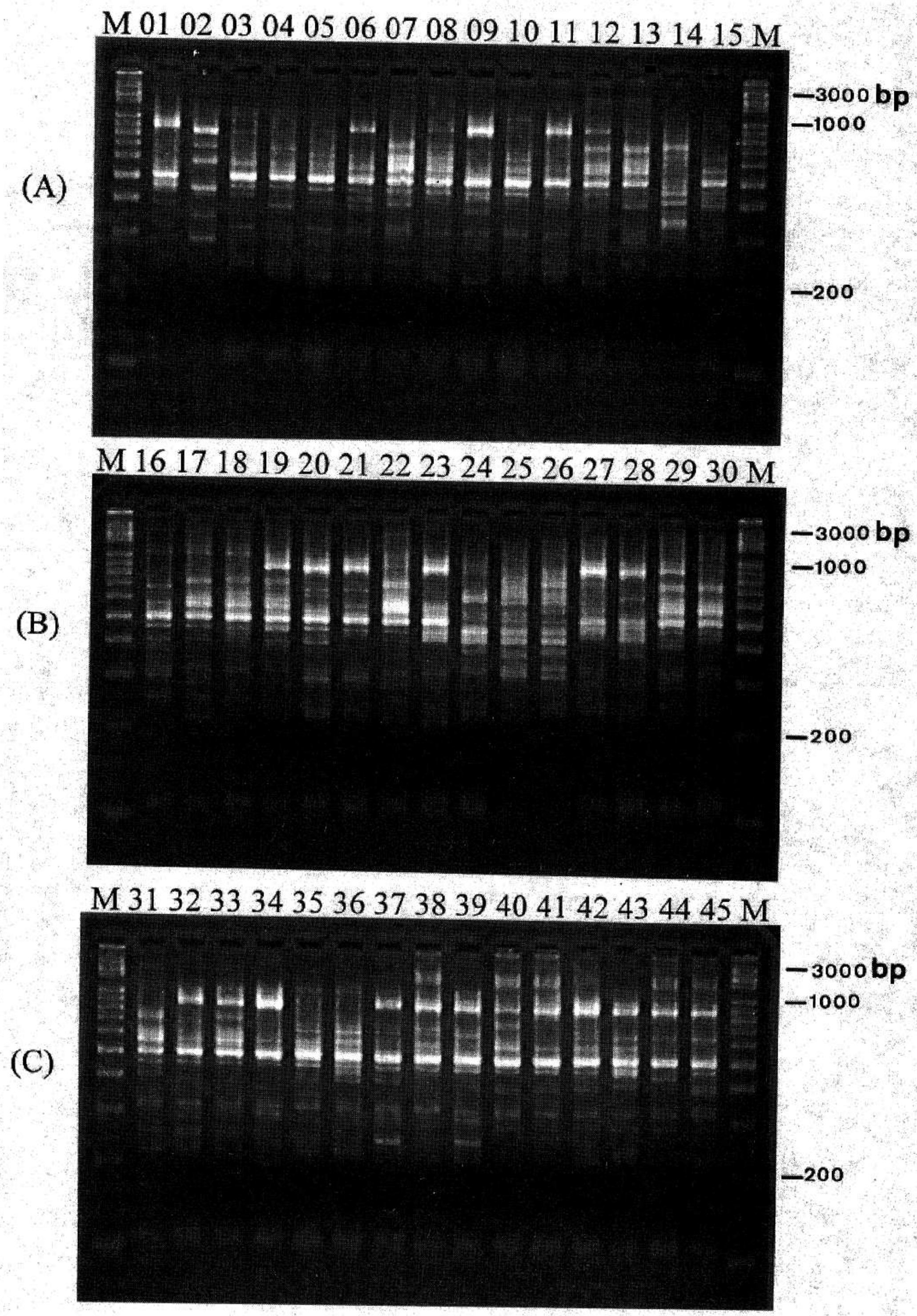


圖 3. 番椒 90 品系(品系代碼詳見表 1)，以 Y6S 爲引子之 ISSR 圖譜(A～F)

Fig.3. ISSR profiles (A~F) generated by primer Y6S and resolved by 3% MetaPhor agarose gel. Numbers on top refer to the accessions listed in Table 1.


M 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 M
(A)
—3000 bp
—1000
—200
M 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 M
(B)
—3000 bp
—1000
—200
M 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 M
(C)
—3000 bp
—1000
—200

（接下頁）

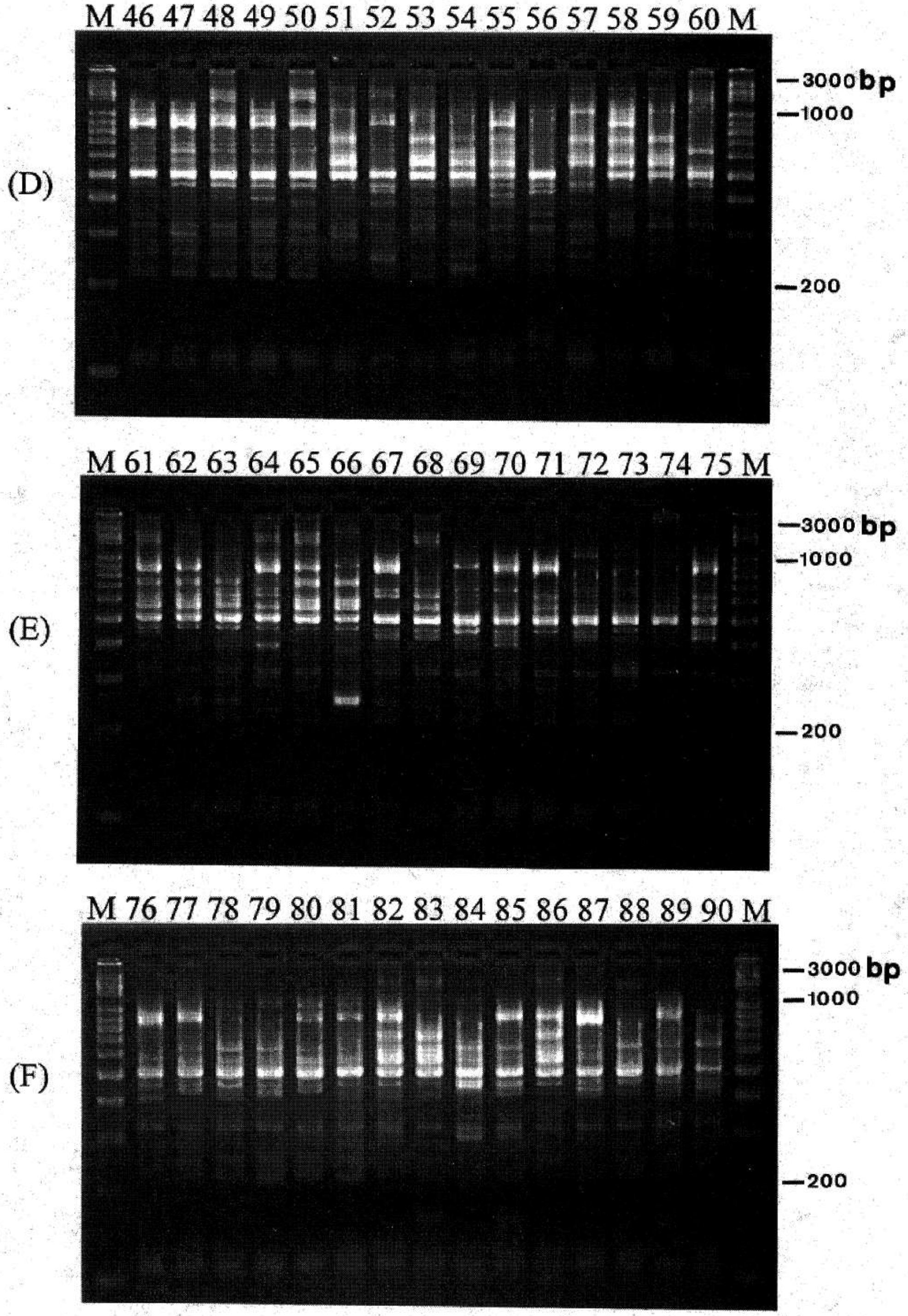


圖 4. 番椒 90 品系（品系代碼詳見表 1），以 SCRI1418 爲引子之 ISSR 圖譜(A～F)

Fig.4. ISSR profiles (A~F) generated by primer SCRI1418 and resolved by 3% MetaPhor agarose gel. Numbers on top refer to the accessions listed in Table 1.

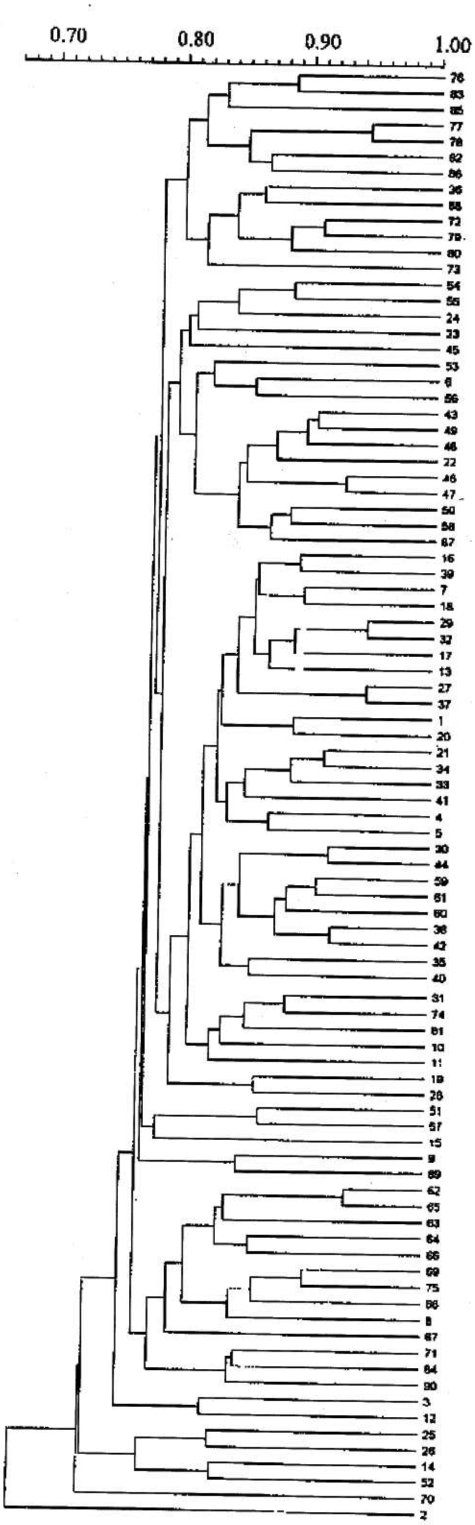


圖 5. 番椒 90 品系之 ISSR 圖譜，經 UPGMA Dice's 計算之相似性樹狀圖 (品系代碼詳見表 1)

Fig. 5. Dendrogram illustrating genetic relationship among 90 pepper accessions, Generated by UPGMA cluster analysis calculated from 165 ISSR markers produced by five primers. The scale on the top is Dice's coefficient of similarity (Numbers on right side of dendrogram refer to accassions list in Table 1)

誌　謝

本試驗承蒙亞洲蔬菜研究發展中心提供番椒種原材料，及台灣大學農藝系林順福博士提供 ISSR primers. 謹致謝忱。

引用文獻

1. Akkaya, M.S., A.A. Bhagwat, and P.B. Cregan. 1992. Length polymorphisms of simple sequence repeat DNA in soybean. Genetics, 132:1131-1139.
2. Chaparro J. X., D. J. Werner, D. O'Malley, and R. R. Sederoff. 1994. Targeted mapping and linkage analysis of morphological isozyme, and RAPD markers in peach. Theor. Appl. Genet.87: 805-4.
3. Charterers Y.M., A. Robertson, M.J. Wilkinson, and G. Ramsay. 1996. PCR analysis of oilseed rape cultivars (*Brassica napus* L. ssp. *oleifera*） using 5'-anchored simple sequence repeat（SSR） primers. Theor. Appl. Genet. 92:442-447.
4. Condit, R., and S.P. Hubbell. 1991. Abundance and DNA sequence of two-base repeat regions in tropical tree genomes. Genome, 34: 66-71.
5. Conicella, C., A. Errico, and F. Saccardo. 1989. Cytogenetic and isozyme studies of wild and cultivated *Capsicum annuum*. Genome 33: 279-282.
6. Demoke, T., D. R. Lynch, L.M. Kawchuk, G. C. Kozub, and J. D. Armstrong. 1996. Genetic diversity of potato determined by random amplified polymorphic DNA analysis. Plant Cell Reports 15:662-667.
7. Kantety R.V., X. Zeng, J.L. Bennetzen, and B.E. Zehr. 1995. Assessment of genetic diversity in dent and popcorn （*Zea mays* L.） inbred lines using inter-simple sequence repeat（ISSR） amplification. Molecular Breeding. 1: 365-373.
8. Kresovich, S., J. G. K. Williams, J. R. McFerson, E. J. Routman, and B. A. Schaal. 1992. Characterization of genetic identities and relationships of *Brassica oleracea* L. via a random amplified polymorphic DNA assay. Theor. Appl. Genet. 85:190-196.
9. Mailer, R. J., R. Scarth, and B. Fristensky. 1994. Discrimination among cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.) using DNA polymorphisms amplified from arbitrary primers Theor. Appl. Genet.87: 697-704.
10. Nei, M. and W. H. Li. 1979. Mathematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. Proc. Natl. Acad. Soc. U.S.A. 76:5269-5273.
11. Oard, J. H., and S. Dronavalli. 1992. Rapid isolation of rice and maize DNA for analysis by random-primer PCR . Plant Mol. Bio. Rep. 10:236-241.
12. Prince, J. P.,K. L. Vincent, A. Carmichael, R. B. James, and M. K. Molly. 1995. A survey of DNA polymorphism with the genus *Capsicum* and the fingerprinting of pepper cultivars. Genome. 38:224-231.
13. Ratnaparkhe M.B., D.K. Santra, A. Tullu, and F.J. Muehlbauer. 1998. Inheritance of inter-simple-sequence-repeat polymorphisms and linkage with a fusarium wilt resistance gene in chickpea. Theor. Appl. Genet. 96:348-353.
14. Rongwen J., M.S. Akkaya, and A.A. Bhagwat. 1995. The use of microsatellite DNA markers for soybean genotype identification. Theor. Appl. Genet. 90:43-48.
15. Scovel G., H. Ben-Meir, M. Ocadis, H. Itzhaki, and A. Vainsein. 1998. RAPD and RFLP markers tightly linked to the locus controlling carnation （*Dianthus caryophyllus*） flower type. Theor. Appl. Genet. 96:117-122.
16. Taramino T.,and S. Tingey. 1996. Simple sequence repeats for germplasm analysis and mapping in maize. Genome, 39:227-287.
17. Tautz, D.,and M. Renz. 1984. Simple sequences are ubiquitous repetitive components of eukaryotic genomes. Nucleic Acids Res. 12:4127-4138.
18. Wang, Z., J.L. Weber, G. Zhong, and S.D. Tanksley. 1994. Survey of plant short tandom DNA repeats. Theor. Appl. Genet. 88:1-6.
19. Welsh, J. and M. McClelland. 1991. Genomic fingerprinting using arbitrarily primer PCR and a matrix of pairwise combinations of primers. Nucleic Acid Res. 19: 5275-5279.
20. Williams, J. G., A. R. Kubelik, K. J. Livak, J. A. Rafalski, and S.V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acid Res. 18:6531-6535.
21. Wollf K., E. Zeitkiewicz, and H. Hofstra. 1995. Identification of chrysanthemum cultivars and stability of DNA fingerprint patterns. Theor. Appl. Genet. 91:439-447.
22. Wu, K.S., and S.D. Tanksley. 1993. Abundance, polymorphism and genetic mapping of microsatellite in rice. Mol. Gen. Genet, 241:225-235.

Comparison on Microsatellite DNA and Random Amplified Polymorphic DNA Markers for Germplasm Identification of *Capsium annuum*[1]

Jau - Jueh Wang[2] and Ming - Jen Fan[2]

Summary

Ninety accessions of pepper （*Capsicum annuum*） germplasm collected from Europe, Asia, and Australia etc, were investigated and compared by using microsatellite DNA (inter-simple sequence repeat, ISSR) and random amplified polymorphic DNA （RAPD） markers. Objectives were to assess genetic diversity and intraspecific polymorphism among pepper germplasm from 16 original countries. The results indicated that both two molecular markers had high degree plymorphism. There were 151 polymorphic bands produced by five primers using ISSR while 130 polymorphic bands produced by RAPD, and that also allowed 90 accessions to be distinguished. One of the primers of ISSR "SCRI1418" showed more useful for fingerprinting of all the 90 accessions. Analysis of similarity by UPGMA （unweighted pair-group mean arithmetic） using the markers of ISSR and RAPD revealed results of both methods had closely related. The similarity coefficient calculated from the germplasm of Australia analysed by ISSR had the lowest value (0.68）, while the Italy's had the highest value （0.82）. The similarity coefficient of Australia generated by RAPD also had the lowest value (0.67）, and the highest was existed in Italy and Turkey. It is suggested that both ISSR and RAPD markers, in addition to being simple and time efficient, provides for rapid identification polymorphism within species of *Capsicum annuum*.

Key words：Microsatellite DNA, Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD), Germplasm Identification, Pepper (*Capsicum annuum*.)

1. Contribution No. 1952 from Taiwan Agriculture Research Institute.
2. Respectitvely , Assistant Agronomist, Research Fellow and Head, Crop Genetic Resources Laboratory, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

Jour. Agric. Res. China（中華農業研究）47(3)：283～314（1998）

The Braconidae (Hymenoptera) of Taiwan
VIII. Brulleiini, Diospilini and Helconini[1]

Liang-Yih Chou[2] and Tung-Ching Hsu[3]

Abstract: Two species of Brulleiini, 8 species of Diospilini and 6 species of Helconini (Hymenoptera: Braconidae: Helconinae) are recognized in this paper. Thirteen species are described as new to science, 3 species are new to the fauna of Taiwan. Keys to the genera and species of the Taiwanese Brulleiini, Diospilini and Helconini are also presented.

Key words: Brulleiini, Diospilini, Helconini, Helconinae, Braconidae, Taxonomy, Taiwan.

INTRODUCTION

The subfamily Helconinae contains 5 tribes, Brachistini, Brulleiini, Diospilini, Helconini, and Maxfischeriini (1,8). Van Achterberg (1) provided a cladogram to distinguish the tribes of Helconinae (except Maxfischeriini). Papp (8) provided a key to distingusish Maxfischeriini from Helconini. The subtribe Triaspina of the tribe Brachistini of Taiwan was revised by the authors (7). The tribes Brulleiini, Diospilini and Helconini of Taiwan is revised in this paper.

The terminology used in this paper see Chou and Hsu (7). All the specimens (including the type specimens) are deposited in the insect collection of the Taiwan Agricultural Research Institute, Taichung, Taiwan, ROC.

In the sections of specimens examined, the following abbreviations are used for the collectors: BHC (B.H. Chen), CCC (C.C. Chen), CCP (C.C. Pang), CHW (C.H. Wang), CHY (C.H. Yang), CJL (C.J. Lee), CNL (C. N. Lin), JS (J. Sonan), KCC (K.C. Chou), KM (K. Miyake), KSL (K.S. Lin), LYC (L.Y. Chou), MM (M. Maki), MY (M. Yoshino), SCC (S.C. Chang), SCL (S.C. Lin), TL (T. Lin), and WST (W.S. Tang).

The complete information for the collecting sites used in the material examined section under each species are as follows:

HSINCHU: Hsinchu.

ILAN: Taipinshan 1,950m.

HUALIEN: Hualien, Tayuling 2,560m.

NANTOU: Chushan, Kuandauchi 900m, Lienhuachih 650m, Meifeng 2,150m, Nanshanchi, Peitungyeanshan 2,100m, Puli, Sungkang 2,100m, Tsuifeng 2,300m, Tungpu 1,200m, Wushe 1,150m.

1. Contribution No.1953 from Taiwan Agricultural Research Institute. This paper is part of the thesis of the first author submitted to the National Taiwan University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor in Agriculture.

2. Associate Entomologist of the Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Professor of the Department of Entomology, National Taiwan University, Taipei, ROC.

Tribe BRULLEIINI

Van Achterberg [1] provided diagnosis for the tribe Brulleiini. This tribe contains two subtribes, Brulleiina and Pseudohelconina [1,3]; only the subtribe Brulleiina occurs in Taiwan. The Brulleiina contains two genera *Brulleia* Szépligeti and *Parabrulleia* van Achterberg [1]. Both genera are recorded from Taiwan for the first time in this paper.

Key to genera of the subtribe Brulleiina from Taiwan

1. Mandible angularly bent medially; T2 at least superficially sculptured basally ································ ···*Parabrulleia* van Achterberg

-. Mandible evenly curved; T2 smooth ·· *Brulleia* Szépligeti

Genus *BRULLEIA* Szépligeti

Brulleia Szépligeti, 1904. Genera Insect. 22:150. Type species: *Brulleia melanocephala* Szépligeti, by monotypy. - van Achterberg, 1983. Contrib. Amer. Ent. Inst. 20:288. - Chen, He & van Achterberg, 1993. Zool. Med. Leiden 67:378.

The genus *Brulleia* contains 17 species in the world [1,5,6]. One new species from Taiwan is described in this paper.

Brulleia taiwanensis sp. n.

(Figs. 87, 102)

Female: Head: 1.6 times as wide as long and 1.4 times wider than mesonotum. Eye 1.5 times as long as temple. Gena punctulate, costate ventrally; frons rugose; vertex punctulate. POL: OD: OOL=1: 0.91: 1.9. Face 0.42 times as high as wide and 1.3 times as wide as eye height and 0.59 times as wide as head, reticulate-rugose; clypeus reticulate-rugose, with small rather smooth triangular area medioventrally. Tentorial index 1.1. Maxillary and labial palpi with 5 and 3 segments, respectively; length of maxillary palp 1.1 times height of head. Labrum densely punctate. Malar space 0.94 times basal width of mandible. Antennal segments beyond 9th segment missing; F1 1.3 times as long as F2; F1 and F2 5.1 and 3.8 times their width, respectively.

Mesosoma: 1.5 times as long as high. Pronope very wide and deep, oblong. Pronotal side crenulate subdorsally, medially, and posteriorly, remainder rahter smooth. Notauli deep and crenulate, posterior wider; mesonotum punctulate. Epicnemial carina only distinct laterally, epicnemium punctate-reticulate. Subalar fossa punctate and with some rugae; precoxal sulcus complete, coarsely crenulate; disc of mesopleuron punctate, but posterodorsally rather coriaceous. Metapleuron coarsely rugose-reticulate. Propodeum coarsely rugose-reticulate, but anterolaterally punctulate to rugulose-reticulate.

Wings: Forewing: stigma 4.3 times as long as wide, basal posterior section of stigma 1.0 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 1.7: 6.2; 4/Rs almost straight; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 1.0: 1.1: 1.7; 1cu-a slightly postfurcal. Hindwing: 2/R vertical; Rs only shortly sclerotized basally; r-m: 1/M= 0.54: 1; 1/M: Cu&cu-a= 1.5: 1.

Hind leg: Coxa punctulate. Lengths of femur, tibia and basitarsus 5.4, 13.0 and 10.9 times their width, res pectively; tibia 1.8 times as long as femur; inner and outer spurs of tibia 0.22 and 0.20 times as long as basi-

tarsus, respectively.

Metasoma: T1 2.6 times as long as wide apically; rather rugose-reticulate, basally and posteriorly rather smooth; dorsal carinae distinct in front of spiracles. Ovipositor sheath 1.5 times as long as forewing.

Color: Black; palpi yellowish brown. Antenna blackish brown. Wings hyaline; stigma and veins dark brown. Legs dark brown, metatarsus (except base) whitish yellow. Ovipositor sheath dark brown.

Lengths: Body 10.1 mm, forewing 8.9 mm, ovipositor sheath 13.8 mm.

Male: Unknown.

Holotype: ♀, Hsinchu, VII.1918 (JS & KM).

Distribution: Taiwan.

Host: Unknown.

Remarks: This species is characterized by the maxillary palp 5-segmented, length of maxillary palp 1.1 times height of head.

Etymology: Named after Taiwan.

Genus *PARABRULLEIA* van Achterberg

Parabrulleia van Achterberg, 1983. Contrib. Amer. Ent. Inst. 20:288. Type species: *Doryctes shibuensis* Matsumura, original designation. - Chen, He & van Achterberg, 1993. Zool. Med. Leiden 67: 377.

The genus *Parabrulleia* contains only one species in the world [(1)]. One new species from Taiwan is described in this paper.

Parabrulleia linorum sp. n.

Female: Head: 1.6 times as wide as long and 1.2 times wider than mesonotum. Eye 1.2 times as long as temple. Gena and vertex punctulate, surroundings of stemmaticum crenulate; frons costate, punctulate near eye; vertex punctulate, with distinct medial groove. POL: OD: OOL=1: 1.4: 3.2. Face 0.39 times as high as wide and 1.4 times as wide as eye height and 0.58 times as wide as head, rugose-reticulate; clypeus rugulose. Labrum punctate, almost truncate ventrally. Tentorial index 1.3. Length of maxillary palp 0.59 times height of head. Mal ar space 1.2 times basal width of mandible. Antenna 43-egmented; F1 1.2 times as long as F2; F1, F2 and penultimate flagellomere 4.5, 3.7 and 0.92 times their width, respectively. Occipital carina arched mediodorsally, narrowly interrupted medially.

Mesosoma: 1.6 times as long as high. Pronope very wide and deep, slit-shaped. Pronotal side largely smooth, crenulate medioanterially, subdorsally and posteriorly. Notauli deep and crenulate, posterior wider; m esonotum punctulate, punctures on apical scutellum denser. Epicnemial carina irregular present laterally, epicnemium punctate-reticulate. Subalar fossa widely crenulate, rather smooth anteriorly; precoxal sulcus complete and wide, crenulate to reticulate-rugose; disc of mesopleuron largely punctulate. Metapleuron reticulate dorsa lly, coarsely rugose anteroventrally, rather smooth posteroventrally. Propodeum coarsely rugose, but anterolaterally punctulate, posterolaterally rather smooth and strongly depressed.

Wings: Forewing: stigma 3.6 times as long as wide, basal posterior section of stigma 0.83 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 1.4: 5.2; 4/Rs almost straight; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 1.2: 1.0: 2.1; 1cu-a postfurcal; 1/Cu: 2/Cu= 0.13: 1. Hindwing: 2-R vertical; Rs only shortly sclerotized basally; r-m: 1/M= 0.67: 1; 1/M: Cu&cu-a= 1.3: 1.

Hind leg: Coxa punctulate. Lengths of femur, tibia and basitarsus 5.9, 15.1 and 12.2 times their width, respectively; tibia 1.9 times as long as femur; inner and outer spurs of tibia 0.21 and 0.17 times as long as basitarsus, respectively.

Metasoma: T1 1.6 times as long as wide apically; rugose, smooth basally between dorsal carinae and apically; dorsal carinae distinct in basal 0.4. T2 almost smooth, only rather superficially sculptured basolaterally. Ovipositor sheath 2.6 times as long as forewing.

Color: Brownish yellow; vertex medially darker, apex of mandible black, notauli dark brown to blackish brown. Antenna brownish yellow, flagellomere 15th partly and 16th to apical black. Wings light brownish yellow; stigma and veins dark brown. Legs brownish yellow. Ovipositor sheath black.

Lengths: Body 18.3 mm, antenna 16.3 mm, forewing 15.5 mm, ovipositor sheath 39.5 mm.

Male: Unknown.

Holotype: ♀, Wushe, 6-11.V.1981 (KSL & SCL).

Distribution: Taiwan.

Host: Unknown.

Remarks: This species differs from *P. shibuensis* (Matsumura) by the following combination of characters: antenna brownish yellow basally, black apically; occipical carina arched mediodorsally; T1 smooth apically and the ovipositor sheath 2.6 times as long as forewing.

Etymology: Named after Messrs. K. S. Lin and S. C. Lin, the collectors of the holotype of this new species.

Tribe DIOSPILINI

The Diospilini contains 12 genera in the world. This tribe is recorded from Taiwan for the first time in this paper.

Key to genera of the tribe Diospilini from Taiwan

1. Forewing with 1+2Rs cell trapezoid, vein 3/Rs shorter than vein 2-M .... *Aspicolpus* Wesmael
-. Forewing with 1+2Rs cell rhomboid, vein 3/Rs as long as or a little longer than 2-M 2
2. Clypeus sharply pointed medially .... *Baeacis* Foerster
-. Clypeus not sharply pointed medially .... *Diospilus* Haliday

Genus *ASPICOLPUS* Wesmael

Aspicolpus Wesmael, 1838. Nouv. Mem. Acad. Brux. 11:155, as subgenus of *Helcon*. Type species: *Helcon carinator* Nees, by monotypy. - Watanabe, 1972. Kontyu 40(1):21.

Aspidocolpus: Agassiz 1846. Nomen. Zool. Index Univ.: 36, emend.

The genus *Aspicolpus* contains 19 species in the world. Two new species from Taiwan are described in this paper.

Key to species of the genus *Aspicolpus* from Taiwan

1. Gena and scutellum rugose-reticulate; palpi blackish brown .... *rugosus* sp. n.
-. Gena and scutellum punctulate; palpi yellow .... *punctus* sp. n.

Aspicolpus punctus sp. n.

(Figs. 1, 12, 23, 34, 45, 56, 67, 88, 103)

Female: Head: 1.6 times as wide as long and 1.3 times wider than mesonotum. Eye 1.7 times as long as temple. Gena punctulate; frons punctulate laterodorsally, rugose-reticulate medially and lateroventrally; vertex punctulate, surroundings of stemmaticum rather crenulate. POL: OD: OOL=1: 1.1: 2.4. Face 0.48 times as high as wide and 1.3 times as wide as eye height and 0.63 times as wide as head, densely punctate; clypeus costate. Tentorial index 1.1, malar space 0.91 times basal width of mandible. Antenna 25-segmented; F1 1.1 times as long as F2; F1, F2 and penultimate flagellomere 4.3, 3.7 and 1.1 times their width, respectively.

Mesosoma: 1.7 times as long as high. Pronotal side largely rugose-reticulate, densely punctate dorsally. Notauli deep and crenulate; mesoscutum punctulate, medioposteriorly rugose-reticulate with a carina; scutellum punctulate. Subalar fossa densely punctate to reticulate-rugose; precoxal sulcus densely punctate to reticulate; disc of mesopleuron largely glabrate, densely punctate posteriorly. Metapleuron rugose-reticulate. Propodeum largely rugose-reticulate, smooth anteromedially; with irregular median longitudinal carina anteriorly, without transverse carina and medioposterior area.

Wings: Forewing: stigma 3.0 times as long as wide, basal posterior section of stigma 1.5 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 1.1: 5.9; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 0.75: 0.78: 1.1; m-cu: 2/Rs+M= 2.4: 1; 1cu-a postfurcal, 1/Cu: 2/Cu= 0.11: 1. Hindwing: r-m: 1/M= 0.88: 1; 1/M: Cu&cu-a= 1.0: 1.

Hind leg: Coxa rugose dorsobasally. Lengths of femur, tibia and basitarsus 3.9, 10.7 and 6.7 times their width, respectively; tibia 1.6 times as long as femur; inner and outer spurs of tibia, 0.30 and 0.29 times as long as basitarsus, respectively.

Metasoma: T1 1.6 times as long as wide apically; rugose-reticulate, rather smooth between dorsal carinae; dorsal carinae rather distinct in basal 0.6. T2+3 1.2 times as long as wide, smooth. Ovipositor sheath 0.72 times as long as forewing.

Color: Black; palpi yellow, tegula blackish brown. Antenna blackish brown, flagellomeres 10th-12th white. Wings hyaline, stigma and veins dark brown. Legs yellowish brown; mesotarsus, metatibia basally and metatarsus yellow, metatibia apical 0.7 blackish brown. Ovipositor sheath dark brown.

Lengths: Body 5.9 mm, antenna 4.6 mm, forewing 5.4 mm, ovipositor sheath 3.9 mm.

Male: Black; palpi yellow, tegula dark brown, metasoma beyond T1 dark brown to blackish brown. Antenna blackish brown. Wings hyaline, stigma and veins blackish brown. Legs yellowish brown; metatibia (except base whitish yellow) and tarsus largely blackish brown.

Holotype: ♀, Tayuling, 9-16.VI.1980 (KSL & BHC). Paratypes: Meifeng, 1♂,17-22.VI.1979 (Malaise trap).

Distribution: Taiwan.

Host: Unknown.

Remarks: This species differs from *A. rugosus* sp. n. by the following combination of charactes: gena and scutellum punctulate, and palpi yellow.

Etymology: *Punctus* means puncture in Latin, refers to its gena rather densely punctulate.

Aspicolpus rugosus sp. n.

(Figs. 2, 13, 24, 35, 46, 57, 68, 78, 84, 89, 104)

Female: Head: 1.6 times as wide as long and 1.2 times wider than mesonotum. Eye 1.4 times as long as temple. Gena and frons rugose-reticulate, vertex rather densely punctate. POL: OD: OOL=1: 0.80: 2.1. Face 0.46 times as high as wide and 1.4 times as wide as eye height and 0.62 times as wide as head, rugose-reticulate; clypeus punctate with faint rugose, rather smooth apically. Tentorial index 1.2, malar space 1.0 times basal width of mandible. Antenna 24-segmented; F1 1.0 times as long as F2; F1, F2 and penultimate flagellomere 4.5, 4.3 and 1.2 times their width, respectively.

Mesosoma: 1.7 times as long as high. Pronotal side largely coarsely rugose. Notauli deep and crenulate; mesoscutum punctulate, medioposteriorly rugose-reticulate with a carina; scutellum rugose-reticulate. Subalar fossa with some rugae; precoxal sulcus crenulate; disc of mesopleuron largely smooth, rugose-reticulate basomedially and posteroventrally. Metapleuron rugose-reticulate. Propodeum rugose-reticulate, with median longitudinal carina anteriorly, without transverse carina and medioposterior area.

Wings: Forewing: stigma 3.3 times as long as wide, basal posterior section of stigma 1.1 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 0.76: 6.2; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 0.46: 0.79: 0.89; m-cu: 2/Rs+M= 2.0: 1; 1cu-a postfurcal, 1/Cu: 2/Cu= 0.13: 1. Hindwing: r-m: 1/M= 0.83: 1; 1/M: Cu&cu-a= 1.2: 1.

Hind leg: Coxa rugose dorsobasally. Lengths of femur, tibia and basitarsus 4.0, 8.3 and 7.4 times their width, respectively; tibia 1.6 times as long as femur; inner and outer spurs of tibia, 0.33 and 0.27 times as long as basitarsus, respectively.

Metasoma: T1 1.1 times as long as wide apically, costate, dorsal carinae rather distinct in basal 0.9. T2+3 1.3 times as long as wide, T2 costulate basally. Ovipositor sheath 0.72 times as long as forewing.

Color: Black; palpi blackish brown. Antenna blackish brown; basal two flagellomeres lighter. Wings hyaline, stigma and veins dark brown. Legs brown; coxa and metatibia (except base) blackish brown . Ovipositor sheath dark brown.

Lengths: Body 4.5 mm, antenna 4.0 mm, forewing 4.5 mm, ovipositor sheath 3.3 mm.

Male: Similar to female; antenna 31-segmented.

Holotype: ♀, Sungkang, XI.1985 (KSL). Paratypes: Sungkang, 1♀2♂, X.1984 (KSL & KCC); 1♂, XI.1985 (KSL).

Distribution: Taiwan.

Host: Unknown.

Remarks: This species differs from *A. punctus* sp. n. by the following combination of charactes: gena and scutellum rugose-reticulate, and palpi blackish brown.

Etymology: *Rugosus* means wrinkle in Latin, refers to its gena rugose-reticulate.

Genus *BAEACIS* Foerster

Baeacis Foerster, 1878. Verh. naturh. Ver. preuss. Rheinl. 35:70.Type species: *Aspigonus abietis* Ratzeburg, by subsequent designation, designated by Viereck, 1914. - Viereck, 1914. Bull. U.S. natn. Mus. 83:18. - Watanabe, 1972. Kontyu, 40(1):20.

The genus *Baeacis* contains 17 species in the world. Two new species from Taiwan are described in this paper.

Key to species of the genus *Baeacis* from Taiwan

1. Ovipositor sheath 0.45 times as long as forewing , blackish brown throughout; antenna 31-segmented; T1 1.3 times as long as wide apically ············ *improcerus* sp. n.
-. Ovipositor sheath 1.7 times as long as forewing, yellow apically; antenna 44-segmented; T1 1.6 times as long as wide apically ············ *validus* sp. n.

Baeacis improcerus sp. n.

(Figs. 3, 14, 25, 36, 47, 58, 69, 90, 106)

Female: Head: 1.8 times as wide as long and 1.3 times wider than mesonotum. Eye 1.1 times as long as temple. Gena and vertex punctulate; frons largely punctulate, glabrous medially. POL: OD: OOL=1: 0.92: 3.7. Face 0.43 times as high as wide and 1.7 times as wide as eye height and 0.69 times as wide as head, punctulate; clypeus puncticulate. Tentorial index 1.8, malar space 0.86 times basal width of mandible. Antenna 31-segmented; F1 1.4 times as long as F2; F1, F2 and penultimate flagellomere 2.4, 1.6 and 1.5 times their width, respectively.

Mesosoma: 1.5 times as long as high. Pronotal side largely foveolate dorsally, medially crenulate, ventrally largely smooth. Notauli deep and crenulate, mesoscutum rather punctulate, scutellum puncticulate. Subalar fossa reticulate; precoxal sulcus crenulate; disc of mesopleuron largely puncticulate, reticulate dorsomedially. Metapleuron rather smooth dorsally, rugose-reticulate ventrally. Propodeum rugose-reticulate; without median longitudinal carina, transverse carina and medioposterior area.

Wings: Forewing: stigma 2.5 times as long as wide, basal posterior section of stigma 1.1 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 3.1: 10.0; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 0.88: 1.0: 0.80; m-cu: 2/Rs+M = 1.4: 1; 1cu-a postfurcal, 1/Cu: 2/Cu= 0.33: 1. Hindwing: r-m: 1/M= 0.81: 1; 1/M: Cu&cu-a= 1.1: 1.

Hind leg: Coxa smooth. Lengths of femur, tibia and basitarsus 4.1, 7.6 and 5.4 times their width, respectively; tibia 1.4 times as long as femur; inner and outer spurs of tibia, 0.44 and 0.41 times as long as basitarsus, respectively.

Metasoma: T1 1.3 times as long as wide apically; rugose-reticulate, basally rather smooth between dorsal carinae; dorsal carinae rather distinct in basal 0.5. T2+3 0.80 times as long as wide, smooth. Ovipositor sheath 0.45 times as long as forewing.

Color: Black; palpi dark brown, tegula yellowish brown. Antenna blackish brown. Wings hyaline, stigma and veins dark brown. Legs brownish yellow; metatibia (except base) and metatarsus dark brown. Ovipositor sheath blackish brown.

Lengths: Body 3.4 mm, antenna 2.9 mm, forewing 3.2 mm, ovipositor sheath 1.4 mm.

Male: Unknown.

Holotype: ♀, Tsuifeng, 1-3.VIII.1981 (TL & WST). Paratype: Tsuifeng, 1♀, VIII.1984 (KSL & KCC).

Distribution: Taiwan.

Host: Unknown.

Remarks: This species differs from *B. validus* sp. n. by the following combination of charactes: antenna 31-segmented, frons smooth medioventrally, T1 1.3 times as long as wide apically and the ovipositor sheath shorter than body length.

Etymology: *Improcerus* means short, refers to its ovipositor sheath shorter than body length.

Baeacis validus sp. n.

(Figs. 4, 15, 26, 37, 48, 59, 70, 79, 91, 109)

Female: Head: 1.7 times as wide as long and 1.4 times wider than mesonotum. Eye 1.4 times as long as temple. Gena punctulate; frons largely punctulate, medioventrally with carinae; vertex puncticulate. POL: OD: OOL=1: 1.8: 6.0. Face 0.48 times as high as wide and 1.3 times as wide as eye height and 0.59 times as wide as head, densely punctate; clypeus densely punctate. Tentorial index 1.2, malar space 0.74 times basal width of mandible. Antenna 41-44-segmented; F1 1.1 times as long as F2; F1, F2 and penultimate flagellomere 3.0, 3.0 and 1.1 times their width, respectively.

Mesosoma: 1.5 times as long as high. Pronotal side largely smooth, medially foveate, densely punctate posteriorly. Notauli deep and crenulate; mesoscutum punctulate, middle of mesoscutum reticulate apically; scutellum rather punctulate. Subalar fossa foveate; precoxal sulcus crenulate; disc of mesopleuron largely punctulate. Metapleuron punctulate dorsally, reticulate-rugose ventrally. Propodeum coarsely rugose-reticulate; without median longitudinal carina, transverse carina and medioposterior area.

Wings: Forewing: stigma 3.0 times as long as wide, basal posterior section of stigma 1.1 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 2.6: 7.1; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 1.1: 0.95: 0.98; m-cu: 2/Rs+M= 2.7: 1; 1cu-a postfurcal, 1/Cu: 2/Cu= 0.34: 1. Hindwing: r-m: 1/M= 1.0: 1; 1/M: Cu&cu-a= 0.93: 1.

Hind leg: Coxa smooth. Lengths of femur, tibia and basitarsus 4.3, 10.6 and 9.6 times their width, respectively; tibia 1.6 times as long as femur; inner and outer spurs of tibia, 0.26 and 0.22 times as long as basitarsus, respectively.

Metasoma: T1 1.6 times as long as wide apically, basally rather smooth between dorsal carinae, posteriorly more or less costate to rugose; dorsal carinae rather distinct in basal 0.8. T2+3 1.2 times as long as wide, smooth. Ovipositor sheath 1.7 times as long as forewing.

Color: Black; palpi, tegula and metasoma beyond T1 dark brown. Antenna blackish brown. Wings hyaline, stigma and veins dark brown. Legs dark brown to blackish brown; tibiae yellowish brown, tarsi brownish yellow. Ovipositor sheath blackish brown, yellow apically.

Lengths: Body 7.9 mm, antenna 7.1 mm, forewing 5.7 mm, ovipositor sheath 9.7 mm.

Male: Unknown.

Holotype: ♀, Lienhuachih, VII.1984 (KSL & KCC). Paratype: Hualien, 1♀, 20.VII-4.VIII.1919 (TO, JS, KM & MY).

Distribution: Taiwan.

Host: Unknown.

Remarks: This species differs from *B. improcerus* sp. n. by the following combination of charactes: antenna 44-segmented; frons with carinae medioventrally, T1 1.6 times as long as wide apically and the ovipositor sheath longer than body length.

Etymology: *Validus* means strong, refers to its frons strongly depressed medially.

Genus *DIOSPILUS* Haliday

Diospilus Haliday, 1833. Ent. Mag. 1:262. Type species: *Diospilus oleraceus* Haliday, by monotypy. - Watanabe, 1972. Kontyu 40(1):21.

Allochromus Marshall, 1902. Agriculture prat. Pays chauds 1:643. Type species: *Allochromus trimeroderi* Marshall, by monobtypy.

The genus *Diospilus* contains 39 species in the world. Four new species from Taiwan are described in this paper.

Key to species of the genus *Diospilus* from Taiwan

1. Ovipositor sheath 0.17-0.36 times as long as forewing 2
-. Ovipositor sheath 0.73-0.79 times as long as forewing 3
2. Ovipositor sheath 0.17 times as long as forewing; metatibia largely dark brown .... *taiwanensis* sp. n.
-. Ovipositor sheath 0.36 times as long as forewing; metatibia only slightly darker apically ...... *curtus* sp. n.
3. Body dark brown; eye 1.4 times as long as temple; tentorial index 1.2 .... *nantouensis* sp. n.
-. Body black; eye 0.9 times as long as temple; tentorial index 0.9 .... *niger* sp. n.

Diospilus curtus sp. n.

(Figs. 5, 16, 27, 38, 49, 60, 71, 92, 105)

Female: Head: 1.7 times as wide as long and 1.3 times wider than mesonotum. Eye 1.0 times as long as temple. Gena and vertex rather punctulate; frons rather punctulate laterally, glabrous medially. POL: OD: OOL =1: 0.80: 2.8. Face 0.48 times as high as wide and 1.5 times as wide as eye height and 0.62 times as wide as head, punctulate; clypeus rather punctulate. Tentorial index 0.75, malar space 0.70 times basal width of mandible. Antenna 23-24-segmented; F1 1.2 times as long as F2; F1, F2 and penultimate flagellomere 2.3, 1.9 and 1.3 times their width, respectively.

Mesosoma:1.4 times as long as high. Pronotal side largely smooth, crenulate medially and posteriorly. Notauli foveate, mesoscutum punctulate, scutellum rather punctulate. Subalar fossa weakly crenulate; precoxal sulcus narrow, crenulate; disc of mesopleuron puncticulate dorsally, glabrous ventrally. Metapleuron largely smooth, with carinae ventrally. Propodeum largely smooth; with median longitudinal carina, transverse carina and medioposterior area.

Wings: Forewing: stigma 2.5 times as long as wide, basal posterior section of stigma 0.89 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 4.6: 16.0; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 0.94: 1.0: 0.88; m-cu: 2/Rs+M = 1.9: 1; 1cu-a postfurcal, 1/Cu: 2/Cu= 0.26: 1. Hindwing: r-m: 1/M= 0.83: 1; 1/M: Cu&cu-a= 1.2: 1.

Hind leg: Coxa smooth. Lengths of femur, tibia and basitarsus 4.1, 6.4 and 4.5 times their width, respectively; tibia 1.4 times as long as femur; inner and outer spurs of tibia subequal, 0.44 times as long as basitarsus.

Metasoma : T1 1.2 times as long as wide apically; largely rugose to rugose-reticulate, smooth basally; dorsal carinae rather distinct in basal 0.8. T2+3 0.65 times as long as wide, smooth. Ovipositor sheath 0.36 times as long as forewing.

Color: Blackish brown; palpi and tegula yellowish brown. Antenna dark brown. Wings hyaline, stigma dark brown, veins yellow. Legs yellowish brown, metatibia apically and metatarsus slightly darker. Ovipositor sheath dark brown.

Lengths: Body 2.1 mm, antenna 2.0 mm, forewing 2.3 mm, ovipositor sheath 0.83 mm.

Male: Unknown.

Holotype: ♀, Wushe, 7.V.1984 (KCC & CCP). Paratype: Tsuifeng, 1♀, X.1985 (KSL).

Distribution: Taiwan.

Host: Unknown.

Remarks: This species is close to *D. taiwanensis* sp. n., but differs from it by the following combination

of characters: ovipositor sheath about 0.36 times as long as forewing length, eye 1.0 times as long as temple, tentorial index 0.75, malar space 0.70 times basal width of mandible and the metatibia lighter.

Etymology: *Curtus* means short, refers to its ovipositor sheath short.

Diospilus nantouensis sp. n.

(Figs. 6, 17, 28, 39, 50, 61, 72, 93, 107)

Female: Head: 1.5 times as wide as long and 1.4 times wider than mesonotum. Eye 1.4 times as long as temple. Gena and vertex puncticulate; frons puncticulate laterally, glabrous medially. POL: OD: OOL=1: 1.3: 4.3. Face 0.46 times as high as wide and 1.5 times as wide as eye height and 0.64 times as wide as head, punctulate, with rugae near toruli; clypeus sparsely punctate. Tentorial index 1.2, malar space 0.75 times basal width of mandible. Antenna 24-27-segmented; F1 1.2 times as long as F2; F1, F2 and penultimate flagellomere 3.5, 3.0 and 1.2 times their width, respectively.

Mesosoma: 1.4 times as long as high. Pronotal side largely smooth; crenulate medially. Notauli foveate, mesoscutum punctulate, scutellum puncticulate. Subalar fossa rather crenulate; precoxal sulcus narrow, crenulate; disc of mesopleuron largely puncticulate. Metapleuron largely smooth, with carinae ventrally. Propodeum largely smooth; with median longitudinal carina, transverse carina, without distinct medioposterior area.

Wings: Forewing: stigma 2.7 times as long as wide, basal posterior section of stigma 1.0 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 3.4: 15.4; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 0.65: 0.88: 0.69; m-cu: 2/Rs+M= 2.3: 1; 1cu-a postfurcal, 1/Cu: 2/Cu= 0.20: 1. Hindwing: r-m: 1/M= 0.78: 1; 1/M: Cu&cu-a= 1.3: 1.

Hind leg: Coxa smooth. Lengths of femur, tibia and basitarsus 5.0, 8.7 and 5.6 times their width, respectively; tibia 1.3 times as long as femur; inner and outer spurs of tibia, 0.36 and 0.32 times as long as basitarsus, respectively.

Metasoma: T1 1.0 times as long as wide apically, more or less rugulose to rugose, dorsal carinae rather distinct in basal 0.8. T2+3 1.1 times as long as wide, smooth. Ovipositor sheath 0.79 times as long as forewing.

Color: Dark brown; head blackish brown, palpi, tegula, pronotum and T2 yellowish brown. Antenna dark brown. Wings hyaline, stigma and veins dark brown. Legs dark brown to blackish brown; tibiae yellowish brown, tarsi brownish yellow. Ovipositor sheath blackish brown.

Lengths: Body 2.4 mm, antenna 3.3 mm, forewing 2.9 mm, ovipositor sheath 2.3 mm.

Male: Unknown.

Holotype: ♀, Meifeng, VI.1984 (KSL & KCC). Paratypes: Meifeng, 1♀, 2-4.VI.1980 (LYC & CCC); 1 ♀, 7-9.V.1981 (KSL & SCL); 7♀, VI, 2♀, VIII, 2♀, V.1984 (KSL & KCC); 1♀, X.1985 (KSL). Sungkang, 1♀, 6.VIII.1984 (KSL); 1♀, X.1984 (KSL & KCC); 1♀, X.1985 (KSL). Taipinshan, 1♀, 26-28.VII.1983 (LYC). Tsuifeng, 1♀, VIII, 1♀, XI.1984 (KSL & KCC); 1♀, IX.1985; & 8♀, X.1985 (KSL).

Distribution: Taiwan.

Host: Unknown.

Remarks: This species is close to *D. niger* sp. n., but differs from it by the body dark brown, eye 1.4 times as long as temple, and tentorial index 1.2.

Etymology: Named after Nantou.

Diospilus niger sp. n.

(Figs. 7, 18, 29, 40, 51, 62, 73, 80, 94, 110)

Female: Head: 1.6 times as wide as long and 1.3 times wider than mesonotum. Eye 0.94 times as long as temple. Gena and vertex punctulate; frons punctulate laterally, glabrous medially. POL: OD: OOL=1: 0.69: 2.3. Face 0.39 times as high as wide and 1.9 times as wide as eye height and 0.69 times as wide as head, densely punctate; clypeus rather punctulate. Tentorial index 0.93, malar space 0.69 times basal width of mandible. Antenna 22-27-segmented; F1 1.3 times as long as F2; F1, F2 and penultimate flagellomere 2.9, 2.2 and 1.4 times their width, respectively.

Mesosoma: 1.4 times as long as high. Pronotal side largely smooth, crenulate medially and posteriorly. Notauli foveate; mesoscutum punctulate, scutellum puncticulate. Subalar fossa slightly crenulate; precoxal sulcus narrow, crenulate; disc of mesopleuron rather punctulate dorsally, glabrous ventrally. Metapleuron largely smooth, with carinae ventrally. Propodeum largely smooth; with median longitudinal carina, transverse carina, without medioposterior area.

Wings: Forewing: stigma 2.5 times as long as wide, basal posterior section of stigma 0.88 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 3.6: 13.2; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 0.75: 0.92: 0.79; m-cu: 2/Rs+M= 3.6: 1; 1cu-a postfurcal, 1/Cu: 2/Cu= 0.16: 1. Hindwing: r-m: 1/M= 1.1: 1; 1/M: Cu&cu-a= 1.1: 1.

Hind leg: Coxa smooth. Lengths of femur, tibia and basitarsus 3.8, 6.5 and 4.4 times their width, respectively; tibia 1.3 times as long as femur; inner and outer spurs of tibia subequal, 0.45 times as long as basitarsus.

Metasoma: T1 0.96 times as long as wide apically, more or less rugose or costate, dorsal carinae rather distinct in basal 0.7. T2+3 0.88 times as long as wide, smooth. Ovipositor sheath 0.76 times as long as forewing.

Color: Black; palpi and tegula brownish yellow, pronotum yellowish brown. Antenna dark brown, scape and pedicel brownish yellow to brown. Wings hyaline, stigma and veins dark brown. Legs brownish yellow. Ovipositor sheath blackish brown.

Lengths : Body 2.8 mm, antenna 2.6 mm, forewing 2.8 mm, ovipositor sheath 2.1 mm.

Male: Unknown.

Holotype: ♀, Meifeng, 22-26.VI.1983 (KSL & SCL). Paratypes: Meifeng, 1♀, 2-4.VI.1980 (LYC & CCC); 1♀, 26.VIII.1980 (KSL & CHW); 1♀, 24-26.VI.1981 (KSL & WST); 1♀, 22-26.VI.1983 (KSL & SCL); 1 ♀, VI, 2♀, VII,10♀, VIII, & 2♀, IX.1984 (KSL & KCC). Sungkang, 2♀, X, & 2♀, XI.1984 (KSL & KCC); 2♀, IX, & 3♀, X.1985 (KSL). Tayuling, 10♀, 9-16.VI.1980 (KSL & BHC). Tsuifeng, 1♀, 16.VII.1982 (SCL & CNL); 2♀, VII, 9♀, VIII, & 1♀, IX.1984 (KSL & KCC); 1♀, 12-14.IX.1984 (KSL & SCL); 1♀, X.1984 (KSL & KCC); 7♀, IX, & 3♀, X.1985 (KSL). Tungpu, 1♀, 20-22.VI.1980 (CCC); 5♀, 18-23.XI.1981 (TL & WST); 4♀, XI, & 1♀, XII.1985 (KSL).

Distribution: Taiwan.

Host: Unknown.

Remarks: This species is close to *D. nantouensis* sp. n., but differs from it by the body black, eye 0.94 times as long as temple, and tentorial index 0.93.

Etymology: *Niger* means black, refers to its body black.

Diospilus taiwanensis **sp. n.**

(Figs. 8, 19, 30, 41, 52, 64, 74, 95, 111)

Female: Head: 1.8 times as wide as long and 1.4 times wider than mesonotum. Eye 1.3 times as long as

temple. Gena, frons and vertex punctulate; frons glabrous medially. POL: OD: OOL=1: 0.73: 2.7. Face 0.45 times as high as wide and 1.4 times as wide as eye height and 0.62 times as wide as head, punctulate, more or less with carinae; clypeus punctulate. Tentorial index 0.82, malar space 0.56 times basal width of mandible. Antenna 22-27-segmented; F1 1.2 times as long as F2; F1, F2 and penultimate flagellomere 2.8, 2.3 and 1.6 times their width, respectively.

Mesosoma: 1.3 times as long as high. Pronotal side largely smooth, reticulate medially and posteriorly. Notauli foveate; mesoscutum rather punctulate; scutellum puncticulate. Subalar fossa slightly crenulate; precoxal sulcus narrow, foveate; disc of mesopleuron largely puncticulate. Metapleuron puncticulate dorsally, reticulate-rugose ventrally. Propodeum largely smooth; with median longitudinal carina, transverse carina and medio-posterior area.

Wings: Forewing: stigma 2.5 times as long as wide, basal posterior section of stigma 1.0 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 3.2: 12.2; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 0.73: 0.82: 0.82; m-cu: 2/Rs+M= 2.8: 1; 1cu-a postfurcal, 1/Cu: 2/Cu= 0.20: 1. Hindwing: r-m: 1/M= 0.80: 1; 1/M: Cu&cu-a= 1.4: 1.

Hind leg: Coxa smooth. Lengths of femur, tibia and basitarsus 4.1, 7.3 and 4.8 times their width, respectively; tibia 1.3 times as long as femur; inner and outer spurs of tibia subequal, 0.42 times as long as basitarsus.

Metasoma: T1 1.2 times as long as wide apically, basally rather smooth, posteriorly rather rugose; dorsal carinae almost distinct in whole length. T2+3 0.84 times as long as wide, smooth. Ovipositor sheath 0.17 times as long as forewing.

Color: Black; palpi yellow, tegula brownish yellow. Antenna blackish brown, scape brownish yellow. Wings hyaline, stigma dark brown, veins yellow. Legs brownish yellow, metatibia (except basally) and metatarsus dark brown. Ovipositor sheath dark brown.

Lengths: Body 2.1 mm, antenna 1.9 mm, forewing 2.4 mm, ovipositor sheath 0.40 mm.

Male: Unknown.

Holotype: ♀, Meifeng, IX.1984 (KSL & KCC). Paratypes: Meifeng, 4♀, VIII, 4♀, IX, & 4♀, X.1984 (KSL & KCC); 1♀, X.1985 (KSL). Sungkang, 4♀, X.1985 (KSL). Tsuifeng, 3♀, VIII.1984 (KSL & KCC); 1 ♀, 15-16.VIII.1984 (KCC); 1♀,X.1984 (KSL & KCC); 1♀, X. 1985 (KSL). Tungpu, 1♀, 18-21.X.1982 (KCC & SCL); 1♀, 23-27.VII.1984 (KCC & CHY).

Distribution: Taiwan.

Host: Unknown.

Remarks: This species is close to *D. curtus* sp. n., but differs from it by the following combination of characters: ovipositor sheath about 0.17 times as long as forewing length, eye 1.3 times as long as temple, tentorial index 0.82, malar space 0.56 times basal width of mandible and the metatibia darker.

Etymology: The specific name is derived from Taiwan.

Tribe *HELCONINI* Foerster

Van Achterberg [2] provided diagnosis for the tribe Helconini. This tribe contains 14 genera in the world. It is recorded from Taiwan for the first time in this paper.

Key to genera of the tribe Helconini from Taiwan

1. Metafemur with ventral tooth 2
-. Metafemur without ventral tooth .... *Helcon* Nees

2. R1 cell of hindwing distinctly widened apically; occipital carina connected near apex of hypostomal carina below level of mandible base; antenna with white band ································ *Wroughtonia* Cameron
-. R1 cell of hindwing parallel-sided or slightly widened apically; occipital carina connected to hypostomal carina distinctly above level of base of mandible; antenna without white band ··········· *Helconidea* Viereck

Genus *HELCON* Nees

Helcon Nees, 1812. Mag. Ges. nat. Fr. Berl. 6:216. Type species: *Helcon tardator* Nees, by subsequent designaton, designated by Lepeletier de St. Fargeau & Audinet-Serville, 1827. - Lepeletier de St. Fargeau & Audinet-Serville, 1827 in Olivier: Encycl. method. 10:40. - Watanabe, 1972. Ins. Mats. 35(1):2. - van Achterberg, 1987. Zool. Med. Leiden 61(18):265.

Coelostephanus Kieffer, 1911. Annls. Soc. ent. Fr. 80:232. Type species: *Coelostephanus rufus* Kieffer, by monotypy.

Edyia Cameron, 1905. J. Straits Brch R. Asiat. Soc. 44:108. Type species: *Edyia annulicornis* Cameron, by monotypy.

Gymnoscelus Foerster, 1862. Verh. naturh. Ver. preuss. Rheinl. 19:255. Type species: *Helcon tardator* Nees, by monotypy.

The genus *Helcon* contains 19 species in the world. In this paper 2 species are added to the *Helcon* fauna of Taiwan, of which 1 species is new to science.

Key to species of the genus *Helcon* from Taiwan

1. Antenna with whitish band; frons largely smooth laterally; metatarsus yellow ···················· *albus* sp. n.
-. Antenna without whitish band; frons largely coarsely rugose laterally; metatarsus reddish brown to blackish brown ·· *claviventris* Wesmael

Helcon albus sp. n.

(Figs. 96, 108)

Female: Head: 1.5 times as wide as long and 1.2 times wider than mesonotum. Eye 1.5 times as long as temple. Gena smooth, costate near mandible; frons smooth, with some rugae near torulus; vertex smooth. POL: OD: OOL=1: 0.75: 2.1. Face 0.41 times as high as wide and 1.4 times as wide as eye height and 0.63 times as wide as head, rugose-reticulate; clypeus rugulose-reticulate. Tentorial index 1.1, malar space 1.2 times basal width of mandible. Antenna 35-segmented; F1 1.1 times as long as F2; F1, F2 and penultimate flagellomere 3.4, 3.0 and 1.5 times their width, respectively.

Mesosoma: 2.0 times as long as high. Pronotal side dorsally punctate, medially crenulate, ventrally and posteriorly rugose-reticulate. Notauli deep and crenulate; middle lobe of mesoscutum foveolate laterally, sparsely to rather densely punctate anteriorly and medially, rugose-reticulate posteriorly; lateral lobes with scattered punctures; scutellum punctate. Subalar fossa weakly crenulate; epicnemium punctate; precoxal sulcus shallow, punctate to foveolate; disc of mesopleuron largely smooth. Metapleuron coarsely rugose-reticulate. Propodeum coarsely rugose-reticulate, smooth basolaterally; with short median longitudinal carina anteriorly.

Wings: Forewing: stigma 3.2 times as long as wide, basal posterior section of stigma 1.0 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 1.0: 5.1; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 0.72: 0.77: 1.6; m-cu: 2/Rs+M=

0.71: 1; 1cu-a postfurcal, 1/Cu: 2/Cu= 0.20: 1. Hindwing: r-m: 1/M= 1.1: 1; 1/M: Cu&cu-a= 0.86: 1.

Hind leg: Coxa punctate, reticulate dorsally; femur densely foveate, rugose ventrally, with wide protuberance subapically. Lengths of femur, tibia and basitarsus 2.9, 9.3 and 6.3 times their width, respectively; tibia 1.4 times as long as femur; inner and outer spurs of tibia subequal, 0.27 times as long as basitarsus, respectively.

Metasoma: T1 evenly widened posteriorly, 1.1 times as long as wide apically; foveate-reticulate laterally, rugose-reticulate medially; dorsal carinae rather distinct in basal 0.6. T2+3 0.92 times as long as wide, T2 foveolate-reticulate, T3 smooth. Ovipositor sheath 1.2 times as long as forewing.

Color: Black; palpi brownish yellow, tegula and metasoma dark brown, T2 blackish brown. Antenna black; flagellomeres 9-16 white, 17th brownish yellow, apically brown. Wings hyaline, stigma and veins blackish brown. Legs brownish yellow, apical half of metafemur and apical 0.6 of metatibia dark brown. Ovipositor sheath dark brown.

Lengths: Body 7.5 mm, antenna 7.2 mm, forewing 6.8 mm, ovipositor sheath 8.0 mm.

Male: Unknown.

Holotype: ♀, Kuandauchi, 8-14.VI.1971 (Malaise trap).

Distribution: Taiwan.

Host: Unknown.

Remarks: This species is characterized by the following combination of charactes: flagellum with white band, POL longer than OD, metatarsus yellow, and the T2 foveolate-reticulate.

Etymology: *Albus* means white, refers to its flagellomeres with white band.

Helcon claviventris Wesmael

(Figs. 9, 20, 31, 42, 53, 63, 75, 83, 97, 112)

Helcon claviventris Wesmael, 1835. Nouv. Mem. Acad. Brux. 9:184. - van Achterberg, 1987. Zool. Med. Leiden 61:269.

Female: Head: 1.6 times as wide as long and 1.3 times wider than mesonotum. Eye 1.7 times as long as temple. Gena punctulate dorsally, punctate to rugose-reticulate ventrally; frons rugose-reticulate laterally, smooth medially; vertex puncticulate. POL: OD: OOL=1: 0.65: 1.2. Face 0.42 times as high as wide and 1.3 times as wide as eye height and 0.60 times as wide as head, rugose-reticulate; clypeus rugulose-reticulate. Tentorial index 1.1, malar space 1.2 times basal width of mandible. Antenna 31-33-segmented; F1 1.2 times as long as F2; F1, F2 and penultimate flagellomere 3.4, 2.9 and 1.6 times their width, respectively.

Mesosoma: 1.9 times as long as high. Pronotal side punctate dorsally, medially crenulate, ventrally rugose-reticulate. Notauli deep and crenulate; mesonotum punctulate; middle lobe of mesoscutum rugose-reticulate posteriorly. Subalar fossa weakly crenulate, more or less with punctures; epicnemium punctate; precoxal sulcus shallow, foveolate to foveate; disc of mesopleuron puncticulate. Metapleuron coarsely rugose-reticulate. Propodeum coarsely rugose-reticulate; with short median longitudinal carina anteriorly, irregular transverse carina and medioposterior area.

Wings: Forewing: stigma 2.7 times as long as wide, basal posterior section of stigma 0.93 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 0.82: 5.5; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 0.58: 0.77: 1.5; m-cu: 2/Rs+M = 0.96: 1; 1cu-a postfurcal, 1/Cu: 2/Cu= 0.26: 1. Hindwing: r-m: 1/M= 1.6: 1; 1/M: Cu&cu-a= 0.63: 1.

Hind leg: Coxa punctate; metafemur densely punctate, rugose ventrally, with wide protuberance subapi-

cally. Lengths of femur, tibia and basitarsus 3.3, 11.0 and 7.2 times their width, respectively; tibia 1.5 times as long as femur; inner and outer spurs of tibia 0.25 and 0.28 times as long as basitarsus, respectively.

Metasoma: T1 evenly widened posteriorly, 1.1 times as long as wide apically; medially from largely foveate to rugose-reticulate, laterally from largely smooth with some punctures to roguse-reticulate; dorsal carinae rather distinct in basal 0.4. T2+3 1.1 times as long as wide, T2 from largely smooth with some punctures to largely foveate-reticulate, T3 smooth. Ovipositor sheath 1.1 times as long as forewing.

Color: Black, metasoma more or less lighter; palpi brownish yellow, tegula blackish brown. Antenna black. Wings hyaline, stigma and veins blackish brown. Legs yellowish brown; apical half of metafemur, metatibia (except lighter basally) and most of metatarsus dark brown. Ovipositor sheath dark brown.

Lengths: Body 6.4 mm, antenna 5.9 mm, forewing 5.4 mm, ovipositor sheath 5.9 mm.

Male: Similar to female; antenna 33-34-segmented.

Specimens examined: Meifeng, 1♀, 17-22.VI.1979 (Malaise trap); 1♀, 25-27.VIII.1980 (KSL & CHW). Peitungyeanshan, 2♀, 4-15.VII.1971; 1♀, 27.IX-6.X.1971; & 1♀, 1-15.VII.1972 (Malaise trap). Tayuling, 1 ♀, 10-16.VI.1980 (KSL & BHC). Tungpu, 1♂, 20-22.VI.1980 (CCC); 1♂, 23-27.VII.1984 (KCC & CHY).

Distribution: Europe [(2)] and Taiwan (new record).

Host: Unknown.

Genus *HELCONIDEA* Viereck

Helconidea Viereck, 1914. Bull. U.S. natn. Mus. 83:67. Type species: *Helcon aequator* Nees, original designation. - van Achterberg, 1987. Zool. Med. Leiden 61(18):272.

The genus *Helconidea* contains 20 species in the world. In this paper 1 species is added to the *Helconidea* fauna of Taiwan.

Helconidea uchida (Watanabe)

(Figs. 98, 114)

Helcon (Helcon) uchida Watanabe, 1931. Ins. Mats. 6(1):25.
Wroughtonia uchida (Watanabe): Watanabe, 1972. Ins. Mats. 35(1):5.
Helconidea uchida (Watanabe): Belokobylskij, 1989. Proc. Zool. Inst. USSR Acad. Sci. 188:32.

Female: Head: 1.5 times as wide as long and 1.4 times wider than mesonotum. Eye 0.85 times as long as temple. Gena punctate, costate near mandible; frons obliquely carinate laterally; vertex punctate. POL: OD: OOL=1: 0.94: 2.4. Face 0.55 times as high as wide and 1.4 times as wide as eye height and 0.60 times as wide as head, largely rugose-reticulate, costate submedially; clypeus rugose-reticulate. Tentorial index 1.3, malar space 1.2 times basal width of mandible. Antenna 35-segmented; F1 1.1 times as long as F2; F1, F2 and penultimate flagellomere 3.6, 3.3 and 1.3 times their width, respectively.

Mesosoma: 1.7 times as long as high. Pronotal side dorsally punctate to rugose-reticulate, medially and posteriorly crenulate, ventrally rugose-reticulate. Notauli deep and crenulate; mesoscutum punctulate to punctate, middle lobe of mesoscutum rugose-reticulate posteriorly; scutellum sparsely punctate. Subalar fossa with some rugae; precoxal sulcus foveate; disc of mesopleuron largely punctulate. Metapleuron coarsely rugose-reticulate. Propodeum coarsely rugose-reticulate, smooth basolaterally; with short median longitudinal carina

anteriorly, without transverse carina, with irregular medioposterior area.

Wings: Forewing: stigma 3.3 times as long as wide, basal posterior section of stigma 0.95 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 1.5: 7.5; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 0.76: 0.65: 1.4; m-cu: 2/Rs+M= 1.2: 1; 1cu-a postfurcal, 1/Cu: 2/Cu= 0.21: 1. Hindwing: r-m: 1/M= 0.91: 1; 1/M: Cu&cu-a= 0.70: 1.

Hind leg: Coxa rather densely punctate; femur rather densely punctate, weakly carinate ventrally, with rather sharp protuberance subapically. Length of femur and tibia 3.7 and 11.5 times their width, respectively; tibia 1.6 times as long as femur; tarsus missing.

Metasoma: T1 1.8 times as long as wide apically; foveate or foveate-reticulate, anteriorly rather smooth between dorsal carinae; dorsal carinae rather distinct in basal 0.6. T2+3 1.3 times as long as wide, smooth. Ovipositor 2.3 times as long as forewing.

Color: Black; palpi dark brown. Antenna black. Wings faintly brownish hyaline, stigma and veins blackish brown. Legs dark brown to black.

Lengths: Body 9.7 mm, antenna 8.5 mm, forewing 5.3 mm, ovipositor 12.4 mm.

Male: Unknown.

Specimen examined: Sungkang, 1♀, 6.VIII.1984 (KSL).

Distribution: Japan [10], Taiwan (new record), and Far East of the USSR [4].

Host: Unknown.

Remarks: The specimens examined differs from the Watanabe's original description [9] by the color of tarsi dark brown to black, and the vein 3/Rs of forewing 1.5 times as long as vein r-rs.

Genus *WROUGHTONIA* Cameron

Wroughtonia Cameron, 1899. Mem. Proc. Manchr. lit. phil. Soc. 43:56. Type species: *Wroughtonia cornuta* Cameron, by monotypy. - Watanabe, 1972. Ins. Mats. 35(1):3. - Gupta & Sharma, 1976. Oriental Ins. 10(3):353. - van Achterberg, 1987. Zool. Med. Leiden 61(18):276.

Duportia Kieffer, 1921. Bull. Agr. Inst. Sci. Saigon 3:131. Type species: *Duportia cincticornis* Kieffer, by monotypy.

The genus *Wroughtonia* contains 9 species in the world. In this paper 3 species are added to the *Wroughtonia* fauna of Taiwan, of which 2 species are new to science.

Key to species of the genus *Wroughtonia* from Taiwan

1. T1 1.8 times as long as wide apically; ovipositor sheath 1.2 times as long as forewing ········ *petila* sp. n.
-. T1 1.3-1.4 times as long as wide apically; ovipositor sheath about 0.90 times as long as forewing ········ 2
2. Metafemur and metatibia mostly reddish brown; T2 smooth ······ *spinator* (Lepeletier & Audinet-Serville)
-. At least apical half of metafemur and metatibia dark brown; T2 foveolate ················· *pterolophiae* sp. n.

Wroughtonia petila sp. n.

(Figs. 11, 21, 32, 43, 54, 65, 76, 81, 85, 99, 113)

Female: Head: 1.5 times as wide as long and 1.2 times wider than mesonotum. Eye 1.5 times as long as temple. Gena punctulate, rugose near mandible; frons punctulate laterodorsally, rugose lateroventrally; vertex glabrate. POL: OD: OOL=1: 1.0: 2.3. Face 0.47 times as high as wide and 1.1 times as wide as eye height and

0.57 times as wide as head, coarsely rugose; clypeus coarsely rugose-reticulate. Tentorial index 1.1, malar space 1.0 times basal width of mandible. Antenna 38-segmented; F1 1.2 times as long as F2; F1, F2 and penultimate flagellomere 3.5, 2.9 and 1.4 times their width, respectively.

Mesosoma: 2.1 times as long as high. Pronotal side largely coarsely crenulate to rugose-reticulate, densely punctate dorsally. Notauli deep and crenulate; mesonotum rather densely punctate, mesoscutum rugose medioposteriorly. Subalar fossa foveate; precoxal sulcus slightly depressed, foveolate; disc of mesopleuron largely smooth, rather foveolate dorsally. Metapleuron rugose-reticulate. Propodeum rugose-reticulate; with short median longitudinal carina anteriorly, transverse carina and medioposterior area.

Wings: Forewing: stigma 3.8 times as long as wide, basal posterior section of stigma 0.84 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 1.2: 6.9; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 0.74: 0.77: 1.6; m-cu: 2/Rs+M= 0.93: 1; 1cu-a postfurcal, 1/Cu: 2/Cu= 0.17: 1. Hindwing: r-m: 1/M= 1.2: 1; 1/M: Cu&cu-a= 0.97: 1.

Hind leg: Coxa densely punctate; femur densely punctate, rugose ventrally, with sharp protuberance subapically. Lengths of femur, tibia and basitarsus 3.8, 10.5 and 7.7 times their width, respectively; tibia 1.4 times as long as femur; inner and outer spurs of tibia subequal, 0.23 times as long as basitarsus.

Metasoma: T1 1.8 times as long as wide apically; coarsely rugose, smooth at apex; dorsal carinae rather distinct in basal 0.9. T2+3 1.4 times as long as wide, smooth. Ovipositor sheath 1.2 times as long as forewing.

Color: Black; palpi brownish yellow, tegula blackish brown, metasoma beyond T1 blackish brown. Antenna blackish brown; flagellomeres 11th partly and 12th-17th white. Wings hyaline, stigma and veins blackish brown. Legs brownish yellow; coxa, femur (except base), apical half of tibia of hind leg dark brown; tarsus whitish yellow. Ovipositor sheath dark brown.

Lengths: Body 8.8 mm, antenna 8.3 mm, forewing 7.0 mm, ovipositor sheath 8.7 mm.

Male: Unknown.

Holotype: ♀, Meifeng, 22-29.VIII.1979 (Malaise trap).

Distribution: Taiwan.

Host: Unknown.

Remarks: This species differs from the other Taiwanese *Wroughtonia* species by the T1 1.8 times as long as wide apically, and the ovipositor sheath 1.2 times as long as forewing.

Etymology: *Petila* means slender, refers to its T1 slender.

***Wroughtonia pterolophiae* sp. n.**

(Figs. 10, 22, 33, 44, 55, 66, 77, 82, 86, 101, 116)

Female: Head: 1.4 times as wide as long and 1.2 times wider than mesonotum. Eye 1.5 times as long as temple. Gena puncticulate, rugose near mandible; frons puncticulate dorsally, rugose ventrally; vertex puncticulate. POL: OD: OOL=1: 1.3: 2.6. Face 0.49 times as high as wide and 1.1 times as wide as eye height and 0.58 times as wide as head, face and clypeus coarsely rugose-reticulate. Tentorial index 0.96, malar space 0.68 times basal width of mandible. Antenna 33-segmented; F1 1.1 times as long as F2; F1, F2 and penultimate flagellomere 3.8, 3.2 and 1.2 times their width, respectively.

Mesosoma: 2.0 times as long as high. Pronotal side largely crenulate to coarsely rugose-reticulate, densely punctate dorsally. Notauli deep and crenulate; mesonotum punctulate, mesoscutum rugose medioposteriorly. Subalar fossa foveolate; precoxal sulcus almost absent, punctate; disc of mesopleuron largely smooth. Metapleuron rugose-reticulate. Propodeum weakly to strongly rugose-reticulate, basally more or less smooth; with

short median longitudinal carina anteriorly, medioposterior area ill defined to distinct, with or without transverse carina.

Wings: Forewing: stigma 3.1 times as long as wide, basal posterior section of stigma 1.1 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 0.88: 5.8; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 0.61: 0.72: 1.5; m-cu: 2/Rs+M = 0.65: 1; 1cu-a postfurcal, 1/Cu: 2/Cu= 0.16: 1. Hindwing: r-m: 1/M= 0.89: 1; 1/M: Cu&cu-a= 1.2: 1.

Hind leg: Coxa punctulate; femur densely punctate, rugose ventrally, with sharp protuberance subapically. Lengths of femur, tibia and basitarsus 3.7, 8.7 and 6.8 times their width, respectively; tibia 1.5 times as long as femur; inner and outer spurs of tibia subequal, 0.24 times as long as basitarsus.

Metasoma: T1 1.4 times as long as wide apically, densely punctate to foveolate, dorsal carinae rather distinct in basal 0.8. T2+3 1.0 times as long as wide, T2 rather foveolate. Ovipositor sheath 0.88 times as long as forewing.

Color: Black; palpi brownish yellow, tegula dark brown, metasoma blackish brown. Antenna dark brown; flagellomeres 9th partly and 10th-17th white. Wings hyaline, stigma and veins dark brown. Legs yellowish brown; about apical half of metafemur and apical 0.6 of metatibia dark brown; basal 0.4 of metatibia dark brown, basal 3 metatarsus segments white (except base of basitarsus dark brown), last two metatarsus segments brown. Ovipositor sheath dark brown.

Lengths: Body 7.0 mm, antenna 6.5 mm, forewing 6.4 mm, ovipositor sheath 5.7 mm.

Male: Unknown.

Holotype: ♀, Nanshanchi, 16.XII.1977 ex. *Pterolophia annulata* (SCC). Paratype: Nanshanchi, 1♀, 2.X. 1977 ex. *P. annulata* (SCC); 1♀, Same data as holotype.

Distribution: Taiwan.

Host: *Pterolophia annulata* (Chevrolat) (Cerambycidae).

Remarks: This species differs from *W. spinator* (Lepeletier & Audinet-Serville) by the apical half of metafemur and metatibia dark brown; second metasomal tergum rather foveolate.

Etymology: Named after the generic name of its host.

Wroughtonia spinator **(Lepeletier & Audinet-Serville)**

(Figs. 100, 115)

Helcon spinator Lepeletier de St. Fargeau & Audinet-Serville, 1827 in Olivier: Encycl. method. 10:41.

Wroughtonia spinator (Lepeletier & Audinet-Serville): Watanabe, 1972. Ins. Mats. 35:4. - van Achterberg, 1987. Zool. Med. Leiden 61:278.

Helcon annulicornis Nees, 1834. Hym. Ichn. affin. Mon. 1: 231.

Female: Head: 1.5 times as wide as long and 1.3 times wider than mesonotum. Eye 1.6 times as long as temple. Gena puncticulate to sparsely punctate, rugose near mandible; frons largely smooth, coarsely rugose lateroventrally; vertex puncticulate. POL: OD: OOL=1: 0.93: 2.9. Face 0.42 times as high as wide and 1.1 times as wide as eye height and 0.57 times as wide as head, coarsely rugose; clypeus rugulose-reticulate. Tentorial index 1.1, malar space 0.82 times basal width of mandible. Antenna 35-segmented; F1 1.1 times as long as F2; F 1, F2 and penultimate flagellomere 3.6, 3.2 and 1.7 times their width, respectively.

Mesosoma: 1.8 times as long as high. Pronotal side punctate dorsally, medially crenulate, ventrally rugose-reticulate, posteriorly coarsely rugose. Notauli deep and crenulate; mesonotum punctate, mesoscutum rugose-

reticulate medioposteriorly. Subalar fossa crenulate; precoxal sulcus shallow, foveate ventrally; disc of mesopleuron punctate to foveate dorsally, glabrate ventrally. Metapleuron reticulate. Propodeum rugose-reticulate; with short median longitudinal carina anteriorly and medioposterior area, without distinct transverse carina.

Wings: Forewing: stigma 3.0 times as long as wide, basal posterior section of stigma 1.2 times apical posterior section of stigma; r-rs: 3/Rs: 4/Rs= 1: 0.89: 5.0; 2/Rs: 3/Rs: r-m: 2/M= 1: 0.62: 0.70: 1.5; m-cu: 2/Rs+M = 0.83: 1; 1cu-a postfurcal, 1/Cu: 2/Cu= 0.20: 1. Hindwing: r-m: 1/M= 1.7: 1; 1/M: Cu&cu-a= 0.76: 1.

Hind leg: Coxa densely punctate; femur foveate-reticulate, rugose ventrally, with sharp protuberance subapically. Lengths of femur and tibia 3.6 and 9.7 times their width, respectively; tibia 1.5 times as long as femur; tarsus missing.

Metasoma: T1 1.3 times as long as wide apically; densely foveate laterally, rugose-reticulate medially; dorsal carinae rather distinct in basal 0.8. T2+3 0.88 times as long as wide, smooth. Ovipositor sheath 0.89 times as long as forewing.

Color: Dark brown, metasoma lighter; palpi and tegula yellowish brown. Antenna dark brown; flagellomeres 9th-17th white. Wings faintly brownish hyaline, stigma and veins dark brown. Legs reddish brown; metafemur at apex dark brown, metatibia apically brown. Ovipositor sheath dark brown.

Lengths: Body 9.2 mm, antenna 9.0 mm, forewing 8.5 mm, ovipositor sheath 7.5 mm.

Male: Unknown.

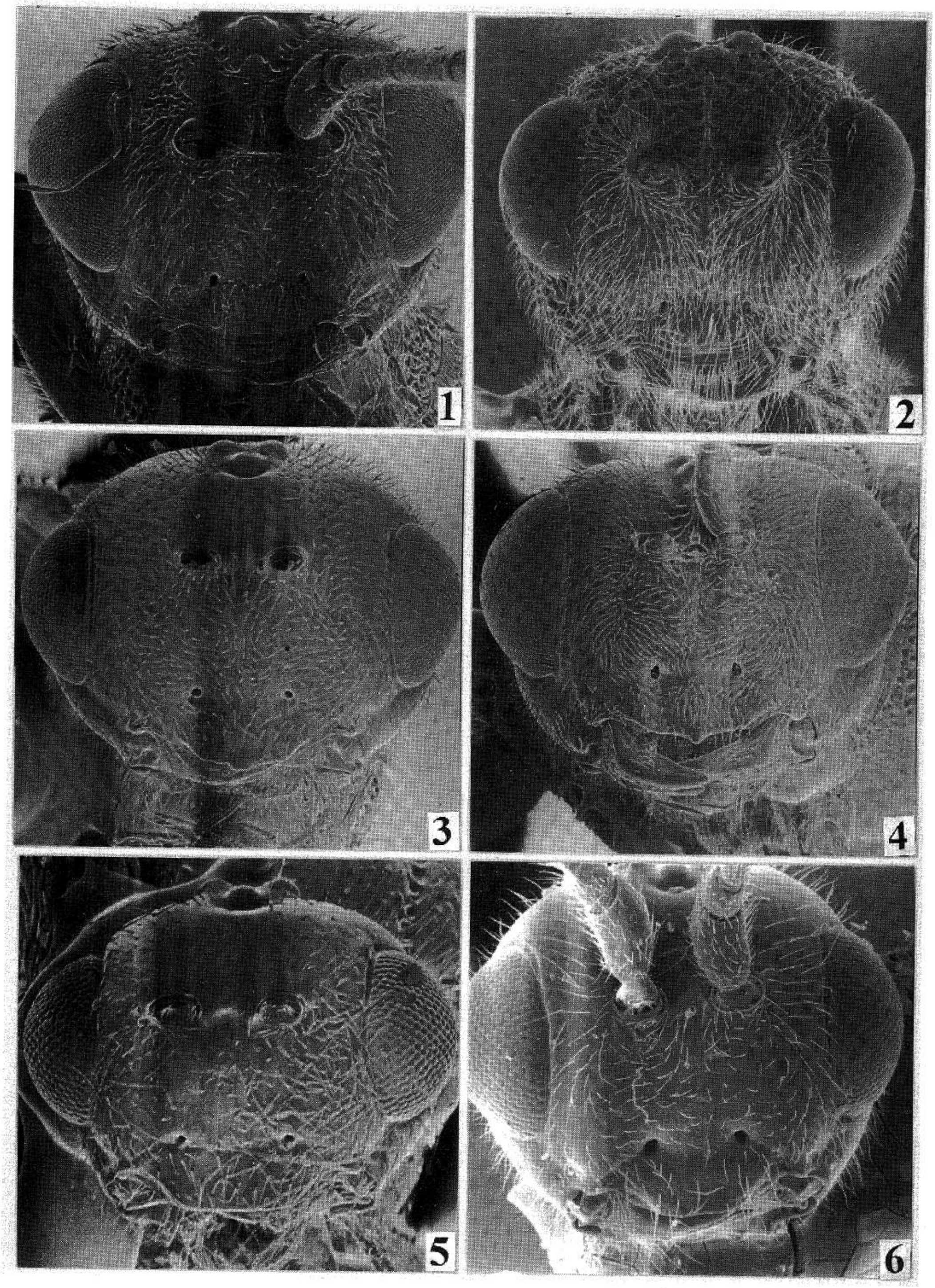
Specimens examined: Puli, 1♀, 10.IV.1919 (MM).

Distribution: Europe, Japan [2,10] and Taiwan (new record).

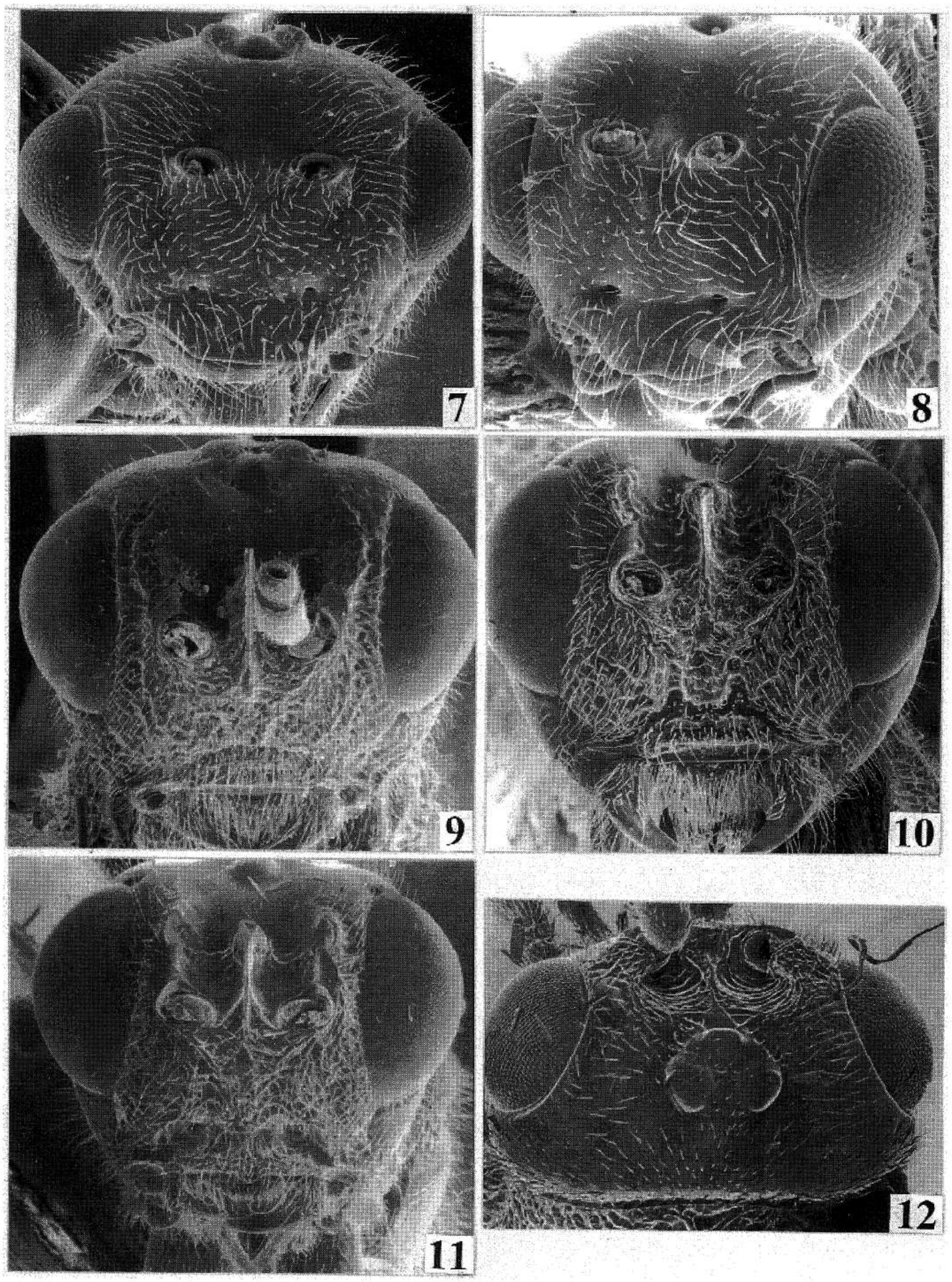
Host: Unknown.

REFERENCES

1. Achterberg, C. van. 1983. A revision of the new tribe Brulleiini (Hymenoptera: Braconidae). Contrib. Amer. Ent. Inst. 20:281-306.
2. Achterberg, C. van. 1987. Revision of the European Helconini (Hymenoptera: Braconidae: Helconinae). Zool. Med. Leiden 61(18):263-285.
3. Achterberg, C. van. 1990. Revision of the subtribe Pseudohelconina nov. (Hymenoptera: Braconidae). Zool. Med. Leiden 63(22):283-308.
4. Belokobylskij, S. A. 1989. A new and little known taxa of braconids of the subfamily Helconinae (Hymenoptera, Braconidae). Proc. Zool. Inst. USSR Acad. Sci. 188:23-38.
5. Belokobylskij, S. A. 1996. Nine new species of Braconidae (Hymenoptera) from the Russian Far East. J. Nat. Hist. 30:1661-1681.
6. Chen, X., J. He, and C. van Achterberg. 1993. A revision of the subtribe Brulleiina van Achterberg (Hymenoptera: Braconidae: Helconinae). Zool. Med. Leiden 67(28):375-395.
7. Chou, L. Y. and T. C. Hsu. 1996. The Braconidae (Hymenoptera) of Taiwan. VII. Subtribe Triaspina. J. Agric. Res. China 45(4): 436-497.
8. Papp, J. 1994. *Maxfischeria tricolor* gen. n. et sp. n. from Australia (Insecta: Hymenoptera: Braconidae). Ann. Naturhist. Mus. Wien 96(B):143-147.
9. Watanabe, C. 1931. Notes on Braconidae of Japan. I. Helconini. Ins. Mats. 6: 22-31.
10. Watanabe, C. 1972. A revision of the Helconini of Japan and a review of Helconine genera of the world (Hymenoptera, Braconidae). Ins. Mats. 35:1-18.



Figs. 1-6. Frontal view of heads of Helconinae ♀: 1, *Aspicolpus punctus* sp. n.; 2, *Aspicolpus rugosus* sp. n.; 3, *Baeacis improcerus* sp. n.; 4, *Baeacis validus* sp. n.; 5, *Diospilus curtus* sp. n.; 6, *Diospilus nantouensis* sp. n.



Figs. 7-11. Frontal view of heads of Helconinae ♀ : 7, *Diospilus niger* sp. n.; 8, *Diospilus taiwanensis* sp. n.; 9, *Helcon claviventris* Wesmael; 10, *Wroughtonia pterolophiae* sp. n.; 11, *Wroughtonia petila* sp. n.

Fig. 12. Dorsal view of head of Helconinae ♀: 12, *Aspicolpus punctus* sp. n.

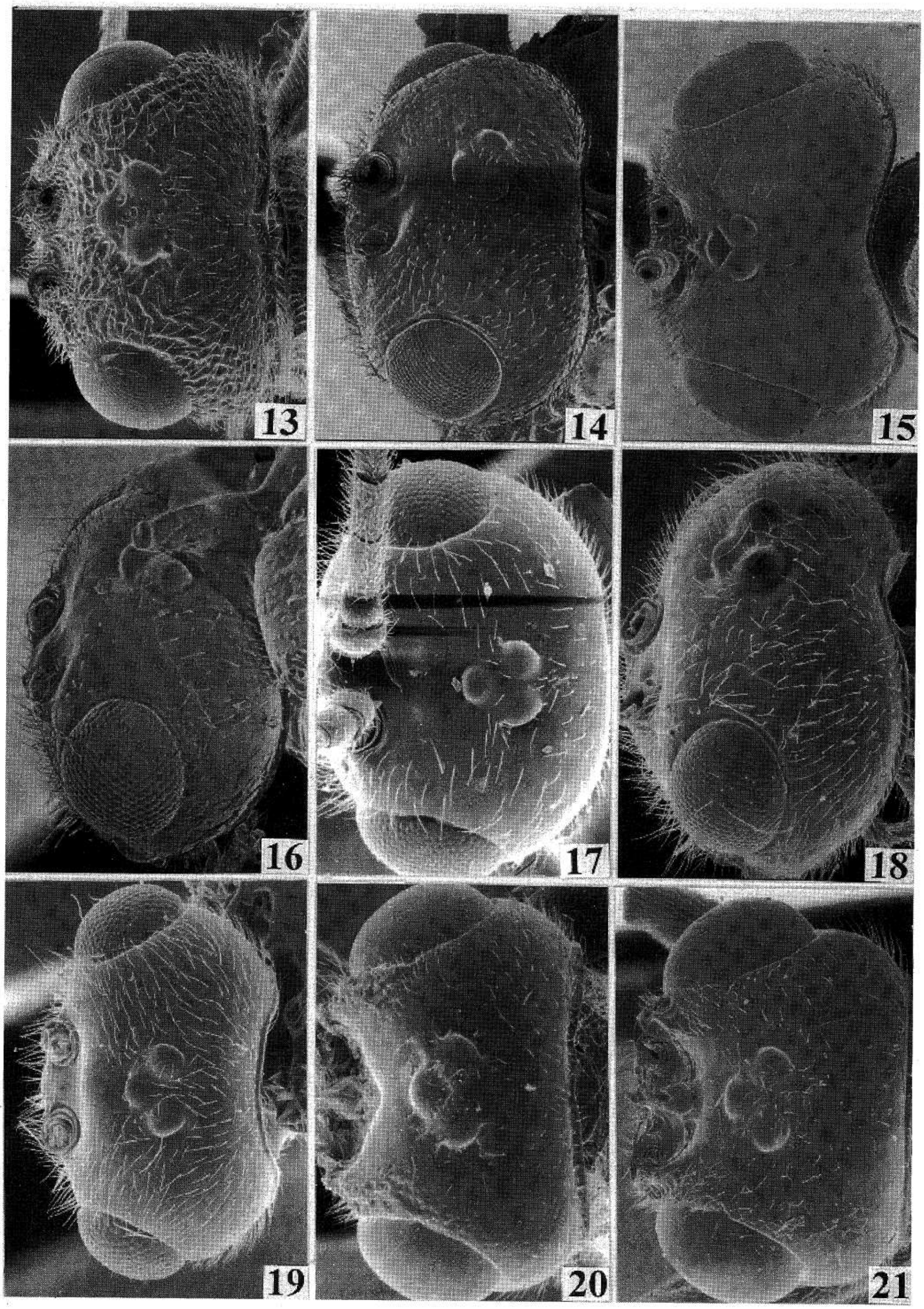


Fig. 13-21. Dorsal view of heads of Helconinae ♀: 13, *Aspicolpus rugosus* sp. n.; 14, *Baeacis improcerus* sp. n.; 15, *Baeacis validus* sp. n.; 16, *Diospilus curtus* sp. n.; 17, *Diospilus nantouensis* sp. n.; 18, *Diospilus niger* sp. n.;19, *Diospilus taiwanensis* sp. n.; 20, *Helcon claviventris* Wesmael; 21, *Wroughtonia petila* sp. n.

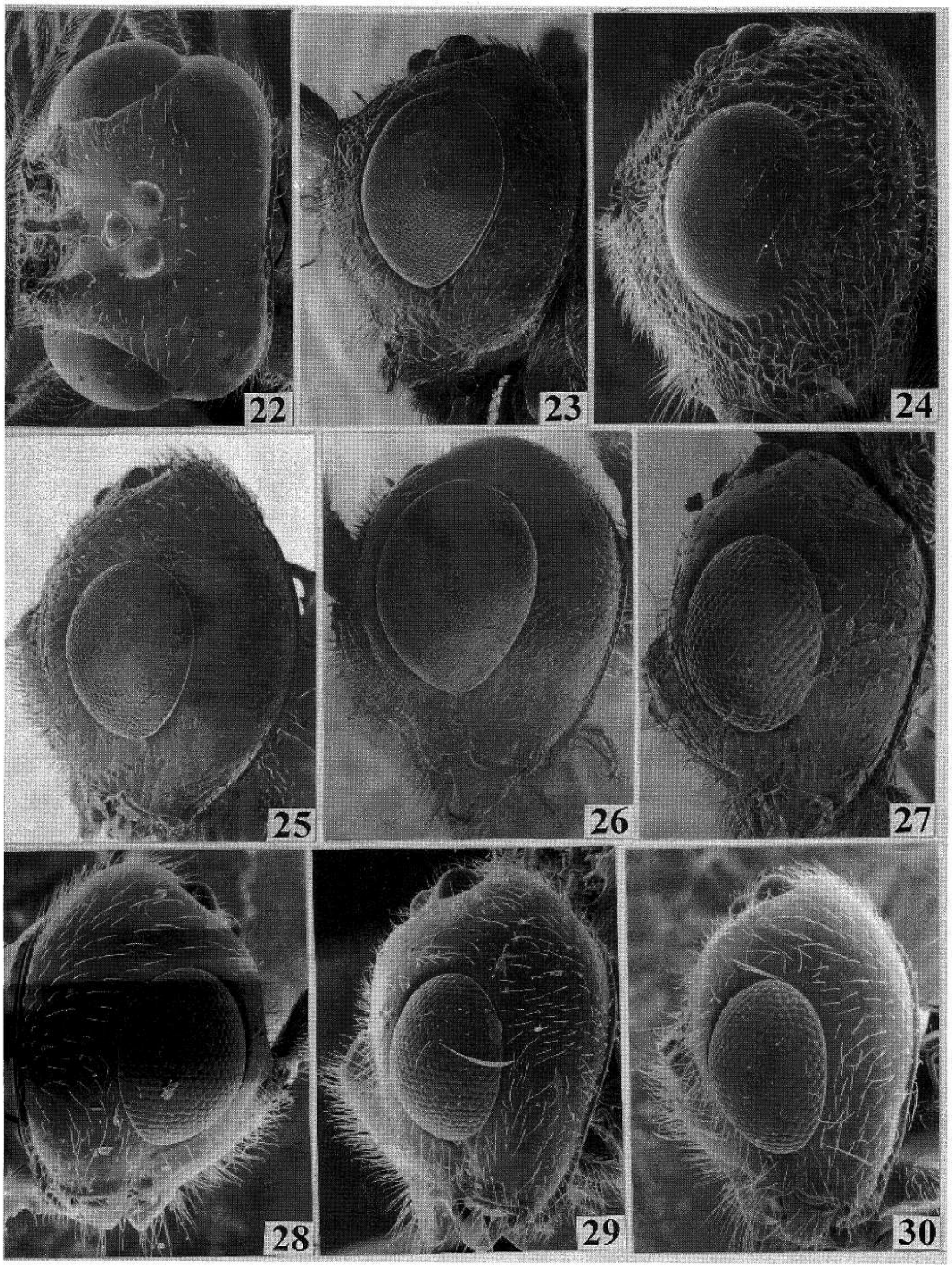
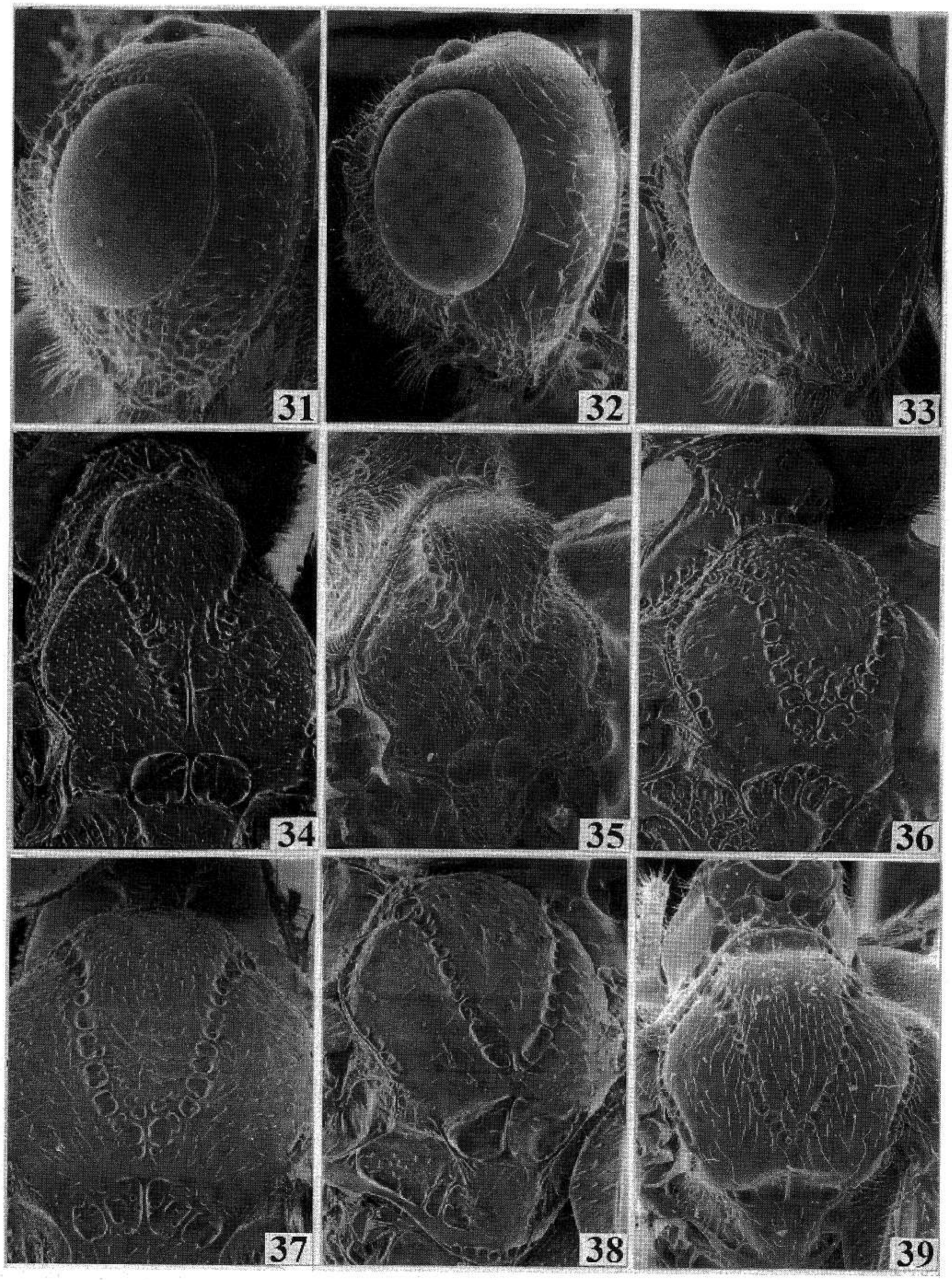


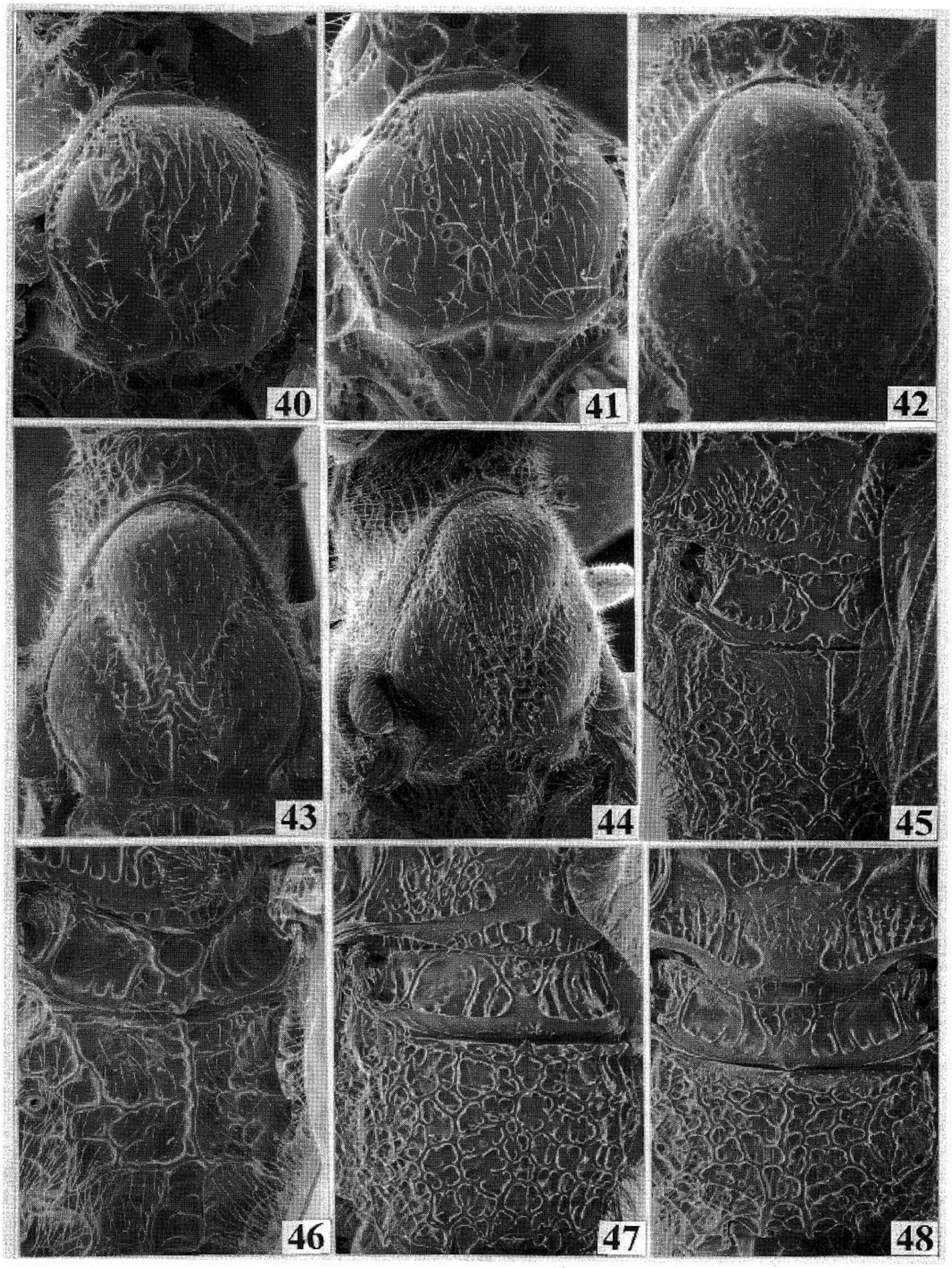
Fig. 22. Dorsal view of head of Helconinae ♀: 22, *Wroughtonia pterolophiae* sp. n.

Figs. 23-30. Lateral view of heads of Helconinae ♀: 23, *Aspicolpus punctus* sp. n.; 24, *Aspicolpus rugosus* sp. n.; 25, *Baeacis improcerus* sp. n.; 26, *Baeacis validus* sp. n.; 27, *Diospilus curtus* sp. n.; 28, *Diospilus nantouensis* sp. n.; 29, *Diospilus niger* sp. n.; 30, *Diospilus taiwanensis* sp. n.



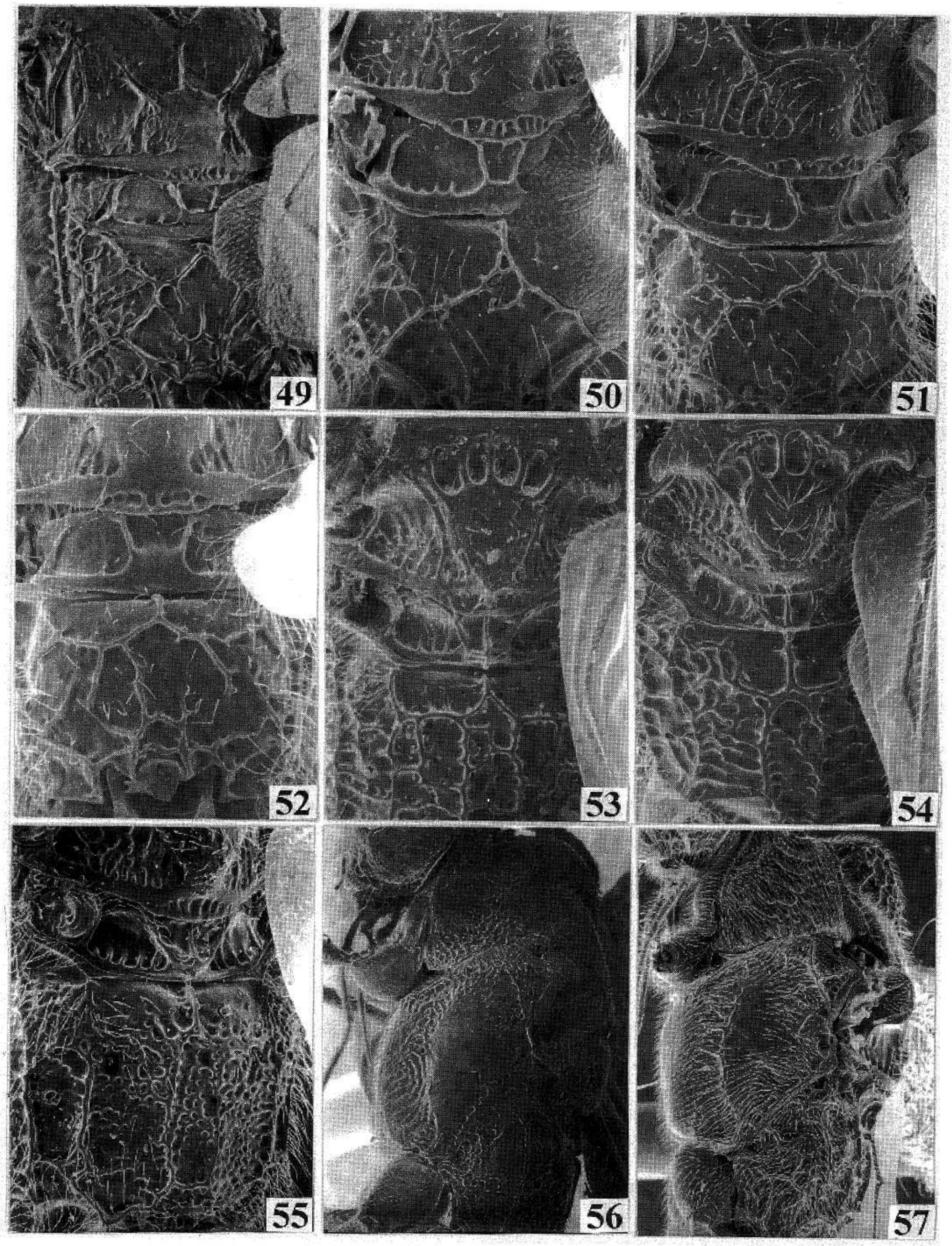
Figs. 31-33. Lateral view of heads of Helconinae ♀: 31, *Helcon claviventris* Wesmael; 32, *Wroughtonia petila* sp. n.; 33, *Wroughtonia pterolophiae* sp. n.

Figs. 34-39. Dorsal view of mesonota of Helconinae ♀: 34, *Aspicolpus punctus* sp. n.; 35, *Aspicolpus rugosus* sp. n.; 36, *Baeacis improcerus sp.* n.; 37, *Baeacis validus* sp. n.; 38, *Diospilus curtus* sp. n.; 39, *Diospilus nantouensis* sp. n.



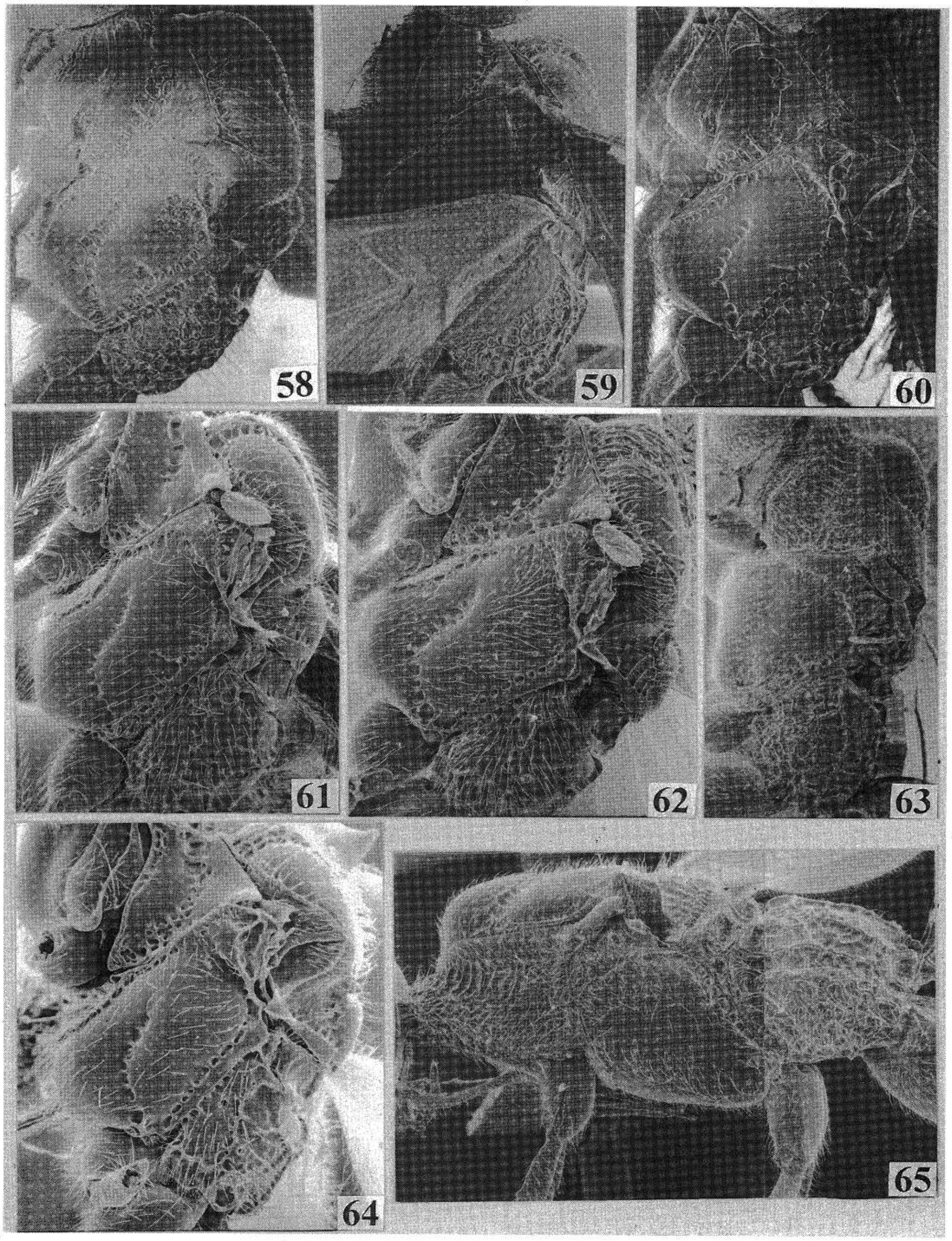
Figs. 40-44. Dorsal view of mesonota of Helconinae ♀: 40, *Diospilus niger* sp. n.; 41, *Diospilus taiwanensis* sp. n.; 42, *Helcon claviventris* Wesmael; 43, *Wroughtonia petila* sp. n.; 44, *Wroughtonia pterolophiae* sp. n.

Figs. 45-48. Dorsal view of metanota and propodea of Helconinae ♀: 45, *Aspicolpus punctus* sp. n.; 46, *Aspicolpus rugosus* sp. n.; 47, *Baeacis improcerus* sp. n.; 48, *Baeacis validus* sp. n.



Figs. 49-55. Dorsal view of metanota and propodea of Helconinae ♀ : 49, *Diospilus curtus* sp. n.; 50, *Diospilus nantouensis* sp. n.; 51, *Diospilus niger* sp. n.; 52, *Diospilus taiwanensis* sp. n.; 53, *Helcon claviventris* Wesmael; 54, *Wroughtonia petila* sp. n.; 55, *Wroughtonia pterolophiae* sp. n.

Figs. 56-57. Lateral view of mesosomata of Helconinae ♀: 56, *Aspicolpus punctus* sp. n.; 57, *Aspicolpus rugosus* sp. n.



Figs. 58-65. Lateral view of mesosomata of Helconinae ♀ : 58, *Baeacis improcerus* sp. n.; 59, *Baeacis validus* sp. n.; 60, *Diospilus curtus* sp. n.; 61, *Diospilus nantouensis* sp. n.; 62, *Diospilus niger* sp. n.; 63, *Helcon claviventris* Wesmael; 64, *Diospilus taiwanensis* sp. n.; 65, *Wroughtonia petila* sp. n.

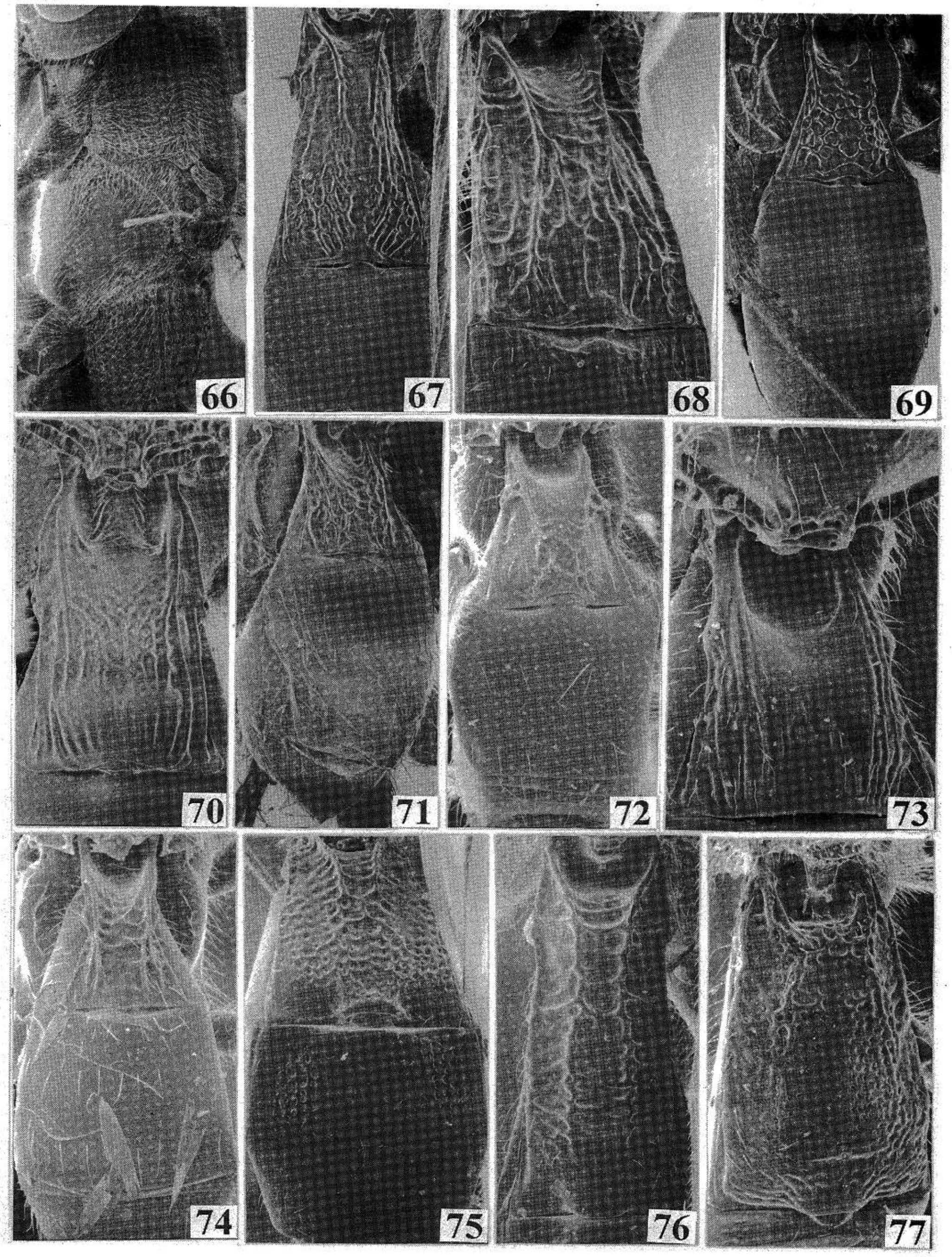
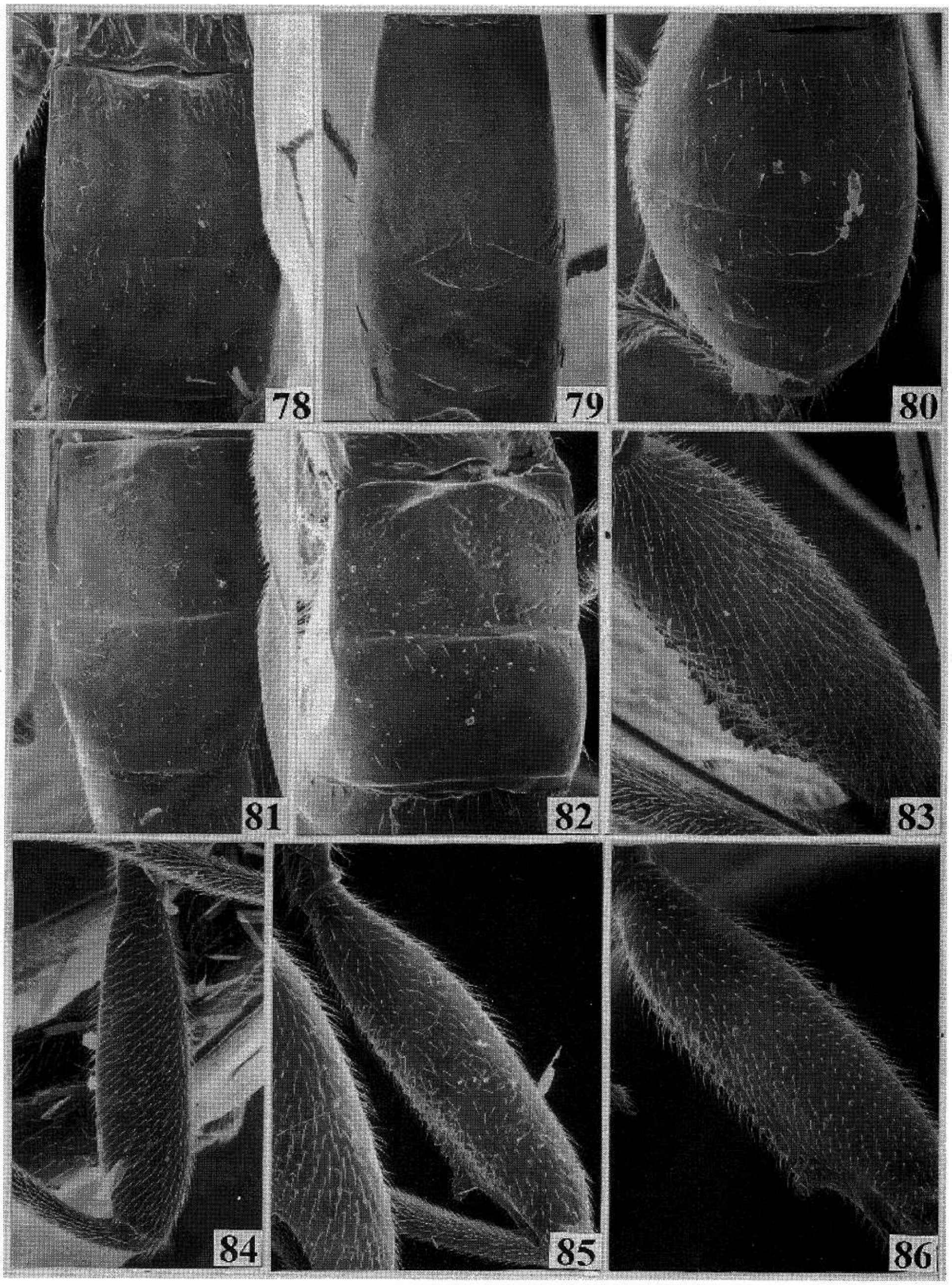


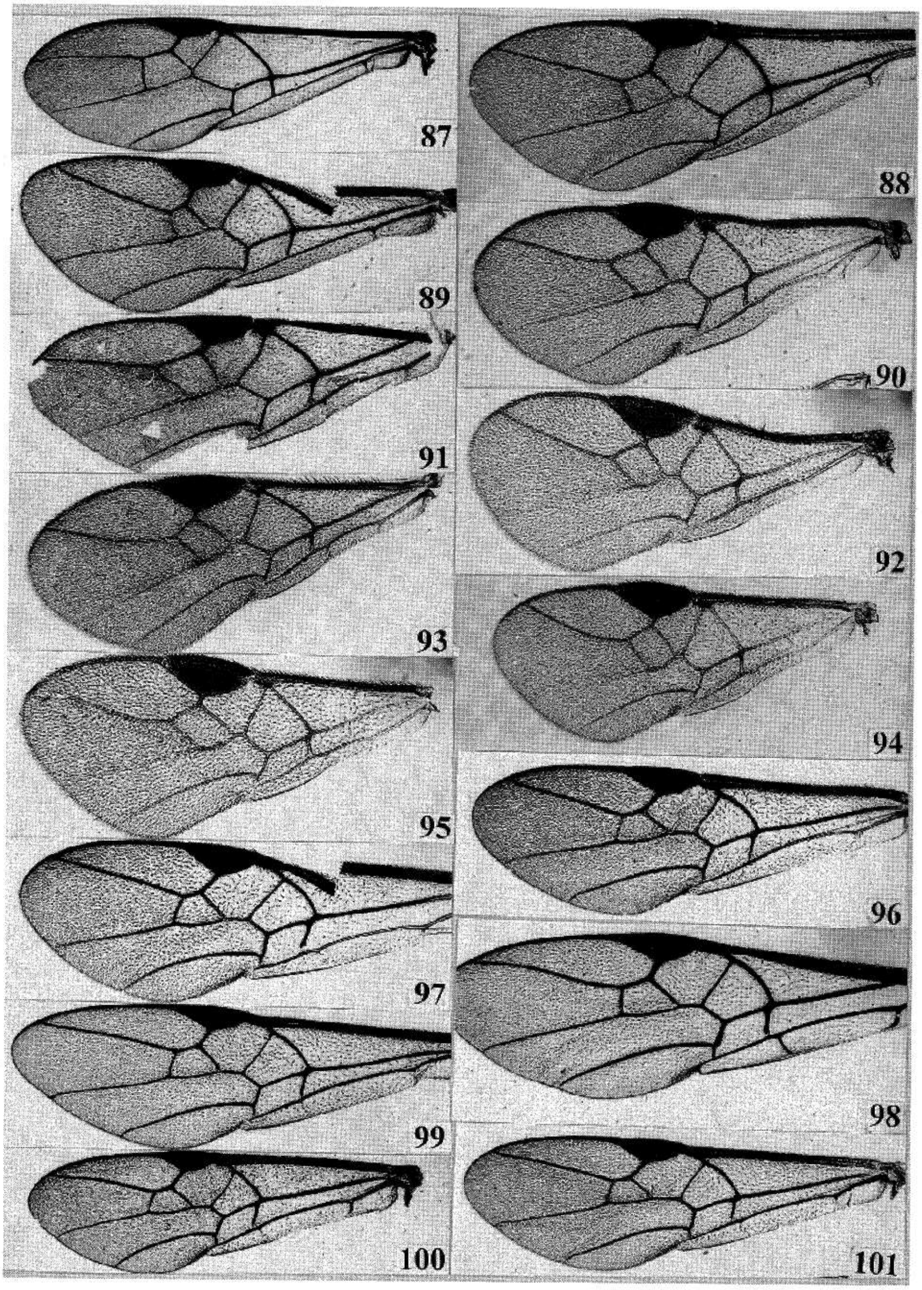
Fig. 66. Lateral view of mesosoma of Helconinae ♀: 66, *Wroughtonia pterolophiae* sp. n.

Figs. 67-77. Dorsal view of first metasomal terga of Helconinae ♀: 67, *Aspicolpus punctus* sp. n.; 68, *Aspicolpus rugosus* sp. n.; 69, *Baeacis improcerus* sp. n.; 70, *Baeacis validus* sp. n.; 71, *Diospilus curtus* sp. n.; 72, *Diospilus nantouensis* sp. n.; 73, *Diospilus niger* sp. n.; 74, *Diospilus taiwanensis* sp. n.; 75, *Helcon claviventris* Wesmael; 76, *Wroughtonia petila* sp. n.; 77, *Wroughtonia pterolophiae* sp. n.

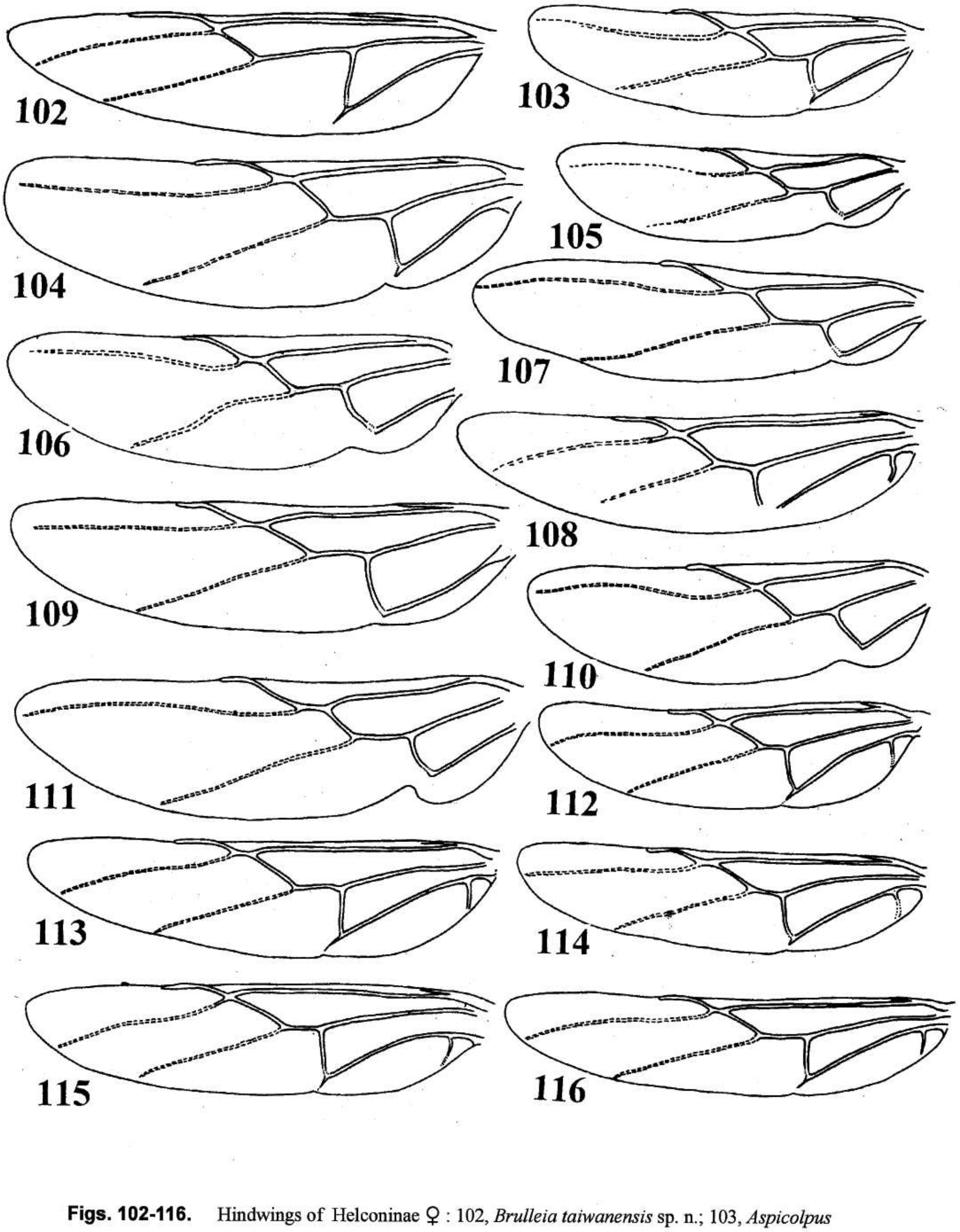


Figs. 78-82. Dorsal view of second and third metasomal terga of Helconinae ♀ : 78, *Aspicolpus rugosus* sp. n.; 79, *Baeacis validus* sp. n.; 80, *Diospilus niger* sp. n.; 81, *Wroughtonia petila* sp. n.; 82, *Wroughtonia pterolophiae* sp. n.

Figs. 83-86. Lateral view of metafemora of Helconinae ♀ : 83, *Helcon claviventris* Wesmael; 84, *Aspicolpus rugosus* sp. n.; 85, *Wroughtonia petila* sp. n.; 86, *Wroughtonia pterolophiae* sp. n.



Figs. 87-101. Forewings of Helconinae ♀ : 87, *Brulleia taiwanensis* sp. n.; 88, *Aspicolpus punctus* sp. n.; 89, *Aspicolpus rugosus* sp. n.; 90, *Baeacis improcerus* sp. n.; 91, *Baeacis validus* sp. n.; 92, *Diospilus curtus* sp. n.; 93, *Diospilus nantouensis* sp. n.; 94, *Diospilus niger* sp. n.; 95, *Diospilus taiwanensis* sp. n.; 96, *Helcon albus* sp. n.; 97, *Helcon claviventris* Wesmael; 98, *Helconidea uchida* (Watanabe); 99, *Wroughtonia petila* sp. n.; 100, *Wroughtonia spinator* (Lepeletier & Audinet-Serville); 101, *Wroughtonia pterolophiae* sp. n.



Figs. 102-116. Hindwings of Helconinae ♀ : 102, *Brulleia taiwanensis* sp. n.; 103, *Aspicolpus punctus* sp. n.; 104, *Aspicolpus rugosus* sp. n.; 105, *Diospilus curtus* sp. n.; 106, *Baeacis improcerus* sp. n.; 107, *Diospilus nantouensis* sp. n.; 108, *Helcon albus* sp. n.; 109, *Baeacis validus* sp. n.; 110, *Diospilus niger* sp. n.; 111, *Diospilus taiwanensis* sp. n.; 112, *Helcon claviventris* Wesmael; 113, *Wroughtonia petila* sp. n.; 114, *Helconidea uchida* (Watanabe); 115, *Wroughtonia spinator* (Lepeletier & Audinet-Serville); 116, *Wroughtonia pterolophiae* sp. n.

臺灣小繭蜂科（膜翅目）之分類

Ⅷ.天牛繭蜂族、鄰繭蜂族及長繭蜂族[1]

周樑鎰[2] 許洞慶[3]

摘要：天牛繭蜂族(Brulleiini)、鄰繭蜂族(Diospilini)、長繭蜂族(Helconini)隸膜翅目、小繭蜂科、長繭蜂亞科(Helconinae)，全世界已知種類約 200 種，在臺灣則均為首次記錄。本文共描述臺灣產之 2 種天牛繭蜂、8 種鄰繭蜂及 6 種長繭蜂，其中有 13 新種與 3 臺灣新記錄種。文中並附分屬與種檢索表及形質圖。

關鍵詞: 天牛繭蜂族、鄰繭蜂族、長繭蜂族、長繭蜂亞科、小繭蜂科、分類、臺灣。

---

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1953 號。
2. 本所應用動物系副研究員。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。
3. 國立臺灣大學昆蟲學研究所教授。臺北市羅斯福路四段。

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）47(3)：315～326（1998）

探針注入式深層施肥機之研製及試驗改良[1]

譚奇才[2] 梁連勝[2] 張庚鵬[3]

摘要：台灣耕地中酸性土壤之分佈很廣，其中三分之一屬於強酸性(PH<5.5)。而山坡地部份，有三分之二亦屬於強酸性。爲改良酸性土壤通常以苦土石灰及氧化鎂作爲改良資材，以提高土壤中鎂及鈣之含量。對於苦土石灰等改良介質之施用，在果園傳統上均採撒施或溝施；但因鎂鈣等元素在土壤中移動性不佳，採用撒施或溝施無法得到與土壤均勻混合之結果，致無法達到土壤改良之預期效果。但如果將其懸浮液直接注入土壤中，經試驗證實有良好之效果。本所自民國八十三年七月起，歷經四年之時間，於第一年完成具有四支探針組之探針注入式深層施肥雛型機一台，該雛型機每支探針具有最大 75 公斤之土壤穿透力，機高 160 公分。第二年將四支探針組之土壤穿透力提高爲 150 公斤，並將探針組修正爲二支之改良型。復依據田間試驗分析結果，在第三年將施肥機之總高度調整爲 109 公分。爲因應久旱不雨及久未耕犁之果園特殊環境需要，於最後一年以附掛方式加裝可拆卸具有 300 公斤土壤穿透力之探針一支，以與原機型搭配使用。同時將原有搖桿式手動操作施肥作業系統方式改良爲電動按鈕式，以減少操作誤動之機率及簡化作業步驟。

關鍵詞：探針、注入式、深層、施肥機。

前　言

在台灣八十六萬公頃的耕地面積中有三分之一屬於強酸性(PH<5.5)，而山坡地土壤酸性更強，全省八十九萬公頃之坡地中有三分之二屬於強酸性。改良酸性土壤，通常以苦土石灰及氧化鎂作爲改良介質，以提高土壤中鎂及鈣之含量。在果園對於該土壤改良劑之施用，傳統上均採撒施或溝施。但因鎂鈣等元素在土壤中移動性不佳，採用撒施或溝施無法得到與土壤均勻混合之結果，致無法達到土壤改良之預期效益；唯若將改良劑懸浮液直接注入土壤中，經試驗證實有良好之效果。

基於前述原因，本所自民國八十三年七月起，進行探針注入式深層施肥裝置之開發，以應需要。施肥機爲各種作物栽培之重要設備，然而施肥機之種類衆多，深層施肥機亦然；如以作業方式分類，則可大致分別爲溝施式、撒施及定點施三大類。本計畫開發之探針注入式深層施肥裝置屬於圓孔定點施。有關圓孔式機型，國立中興大學農業機械工程學系彭錦樵教授[(1)]於民國 72 年自日本引進岩谷牌噴氣式深耕管理機進行試驗及改良。該機計包括引擎及空氣壓縮機各一台，另有深耕機本體由高壓管與空氣壓縮機連結。該機本體之作業原理及構造與一般振動式空氣鑽類似，下端具有長 60 公分中空圓鐵管一支。當操作者雙手握住把手，利用高壓空氣所產生之振動力鑽進土中 25 公分處 (最深可達 45 公分)，此時啓動開關，每平方公分 10 公斤之高壓空氣於瞬間噴出，使土層形成裂縫以改善土壤之物理性。該機後經改良，亦可施放肥料如石灰等。

1. 台灣省農業試驗所研究報告第 1954 號。
2. 本所農業工程系技士、研究員兼主任。台灣省　台中縣　霧峰鄉。
3. 本所農業化學系助理研究員。

國立臺灣大學農業機械學系劉昆揚教授曾以三輪式翻斗車之底盤，加裝小型汽油發電機一台及走行傳動裝置等，機台前方安裝一台電鑽，該電鑽能在一定軌道內上下移動。作業時，打開開關，電鑽即會產生振動；電鑽鑽頭外另固定一圓筒刀，圓筒刀之直徑在一定範圍內可按需要選用。電鑽向土中移動，即會在土中挖一直徑與圓筒刀相同之洞穴，深度約十公分。據指稱，該機最適合用來修補草皮及草皮施肥。

前述二種機械具有共同之處，其一爲鑽孔之動力均靠振動產生，由振動而使機械在土中完成挖孔作業；其二爲每次均只能完成一孔。其不同之處則爲：前者採用壓縮空氣，而後者則採用電能。另外前者所鑽之孔小而深，而後者則大而淺；其作業方式，前者用雙手直接控制鑽孔深淺，後者則靠開關控制，以避免操作者過於疲勞。

本計畫所需之施肥機功能希望能達到一次至少鑽二孔，不用人手直接操作，且能大量提供肥料懸浮液以注入深層土壤中，因此必須另行設計及研製。

材料與方法

一、試驗機之設計與製造

本計畫規劃初期，實地調查台中縣新社鄉地區果園環境，該處果園係在一年內曾經犁耕過，土壤表層較鬆軟。當時所採用之探針爲不鏽鋼管，外徑爲 12.5 公厘，內徑爲 10.5 公厘，長 80 公分，尖端另固定有錐形頭一個。錐形頭上部共有直徑 2 公厘小孔二個，供射出溶液之用。試驗時操作者用雙手握柄將探針垂直或斜向插入土中，插入深度約爲 30 公分時，所需之作用力大約爲 35 公斤・在梨、桃、柑橘、葡萄等果園試驗結果大致相同。根據此一調查結果作爲規劃與設計之參考。

本試驗機結構計分爲以下三大部分：

㈠承載行走部：

以市售小金鋼牌 CH-75 型農用搬運車爲底盤，車長 272 公分，寬 116 公分，高 121 公分，重 290 公斤；所搭載汽油引擎額定馬力爲 5.5 馬力，最大載重爲平地 500 公斤，坡地 200 公斤，亦即平地時該農地搬運車之總重量最高可達 790 公斤，但坡地時最高不得超過 490 公斤。

㈡深層灌水部：

採用活塞式單向流動泵，另加裝最大容量 200 公升不銹鋼桶一座與攪拌器一組，將鈣鎂等與水充分混合。本機採用之泵爲 WP-451 型活塞式動力噴霧機，機長 39.7 公分，寬 30.8 公分，高 36 公分，重 13 公斤。本深層施肥試驗機設計之回轉數爲每分鐘 550 轉時，噴霧機之吸水量爲每分鐘 17.3 公升，壓力爲每平方公分 40 公斤，所需汽油引擎馬力爲 4 馬力，由於試驗機在果園作業時，車輛約有一半以上時間處於靜止狀態，原承載行走部所搭載汽油引擎額定馬力爲 5.5 馬力之汽油引擎應尙可應付泵作業所需要之動力。因此，本機所需之動力係與農地搬運車內原有之 5.5 馬力汽油引擎共用。另自製葉片式攪拌器一組，垂直安裝於不銹鋼桶內，並利用原油壓驅動。本葉片式攪拌器可將溶液充分混合，以利注入作業之進行。

㈢油壓式探針插入裝置：

此一部份爲本試驗機設計之重點，初步設計完成之探針插入裝置具有四支內外徑各爲 6 公厘與 15 公厘，長 50 公分厚鋼管製探針，以機械之受力爲考慮重點。爲因應作業應力變化，探針直徑與管壁須予適當選擇。探針尖端亦固定有與探針直徑相同之圓錐形鐵頭一個，圓錐形鐵頭上部共有直徑 3 公厘小孔三個，每孔相距 120 度，使水溶液能自不同方向均勻注入土中，形成一個面的分佈。小孔直徑由原來 2 公厘擴大爲 3 公厘，主要在避免被苦土石灰等之粒狀物堵塞。探針尖端亦固定有與探針直徑相同之錐形鐵頭一個，並經過熱處理，以提高其硬度及增加耐磨性(如圖 1)。作業時當探針到達目標區後，由操作者或利用自動控制方式啓動開關，將高壓

之懸浮液瞬間噴出，達到深層施肥的目的。四支探針呈正方形排列，各探針相距 50 公分，可同時插入表土下層 30 公分處（最深爲 40 公分）。每一探針預計每次注入苦土石灰及氧化鎂混合懸浮液一公升，四支共四公升。

此種探針頂端均安裝有過負荷安全裝置，當土壤中遇有石塊等堅硬物體時，探針會自動跳脫，以減少損壞。該安全裝置之承受壓力可視實際需要自行設定，初期每支探針設定之最大承受壓力爲 75 公斤，常用壓力預定爲 50 公斤。本探針插入裝置安裝在機台後端，並可左右移動，使探針能插入預期之位置。油壓部份計有容量五十公升之油箱及油壓泵各一個。油壓泵在每分鐘 1800 轉時，每分鐘之出油量爲 30 公升，最大壓力爲每平方公分 70 公斤。另有直徑 40 公厘、行程 50 公分油壓缸(供探針升降用)；及直徑 20 公厘、行程 20 公分油壓缸(供探針插入裝置上下擺動用)各一支。由於本機探針尖端離地僅 10 公分，且一般果園並非平坦，試驗機移動時探針組極易受損，設計擺動機構使探針裝置向上最大迴轉角度爲 90 度，與地面平行，以保護探針系統，圖 2 爲探針組油壓系統示意圖。所需油壓動力由另一汽油引擎提供，該引擎常用馬力爲 5 馬力，轉數爲 1800rpm，該引擎並驅動不銹鋼桶內之攪拌器，初步試製完成之雛型機如圖 3 所示。

結果與討論

一、雛型機田間試驗

試驗用雛型機於民國八十四年四月間研製完成後，在本所農場內進行初期田間試驗，但因本所農場過去爲河川地，土層厚度有限。將每支探針之作用力設定爲 50 公斤或 75 公斤（作業壓力爲每平方公分 28.29 公斤或 42.44 公斤），每支探針插入土層之深度亦僅達 10 公分至 15 公分左右。旋在附近山邊果園進行試驗，情況雖略有改善，但插入深度仍不穩定。本裝置經初步試驗顯示，在比較鬆軟之果園土壤中作業時，可輕易插入表土下 30 公分目標區，但如果果園屬重粘壤土，或久未下雨，或多年未再犁耕地，則不易插入目標區。根據試驗結果，爲因應不同土壤條件下作業之需，每支探針之作業壓力設定，必須要予以適當提高。其主要規格如表 1。

表 1. 探針注入式深層施肥雛型機主要規格表
Table 1. Basic Data of the Needle Type Subsoil Liquid Fertilizing Injector

本　　機	全長 全寬 全高 全重	334 公分 135 公分 160 公分 565 公斤
探　　針	規格 數量 最大插入深度 設定插入深度	直徑 20 公厘 X 長 530 公厘 4 支 38 公分 30 公分
行 走 部	農用搬運車	CH-75 型
供 水 部	噴霧機 水箱最大容量	W-451 型 200 公升
油 壓 部	油壓泵 最大容量 油箱容量	30 公升/分鐘、 1800rpm 70 公斤/平方公分 50 公升
動 力 部	行走及供水 探針及攪拌	5.5 馬力汽油引擎 5.0 馬力汽油引擎

二、雛型機之改良與試驗

民國八十四年七月起，進行雛型機之改良工作，並以探針插入裝置爲重點，經過規劃、設計及製造，最後完成了一組全新的探針插入裝置。新的探針插入裝置與原設計最大不同處有三：第一爲新探針使用內外徑分別爲 11 公厘及 20 公厘，長 50 公分之厚鋼管，以便能承受較大之壓力。第二爲新的簡易機械式安全裝置每組所能承受之最大作用力可達 150 公斤（每平方公分 47.75 公斤之作用壓力）。第三爲加強整個插入裝置機構強度，以便能承受較大壓力。改良完成之試驗機如圖 4 所示。將改良後之試驗機在本所農場及附近山坡地果園進行試驗，情況已大爲改善，作業情形如圖 5 所示。

本次改良，每支探針均同時承受 150 公斤之作用力，此時四支探針所承受之總作用力高達 600 公斤。但試驗機之總重量爲 565 公斤，加上滿載 200 公升之水溶液，試驗機之總重量約爲 765 公斤。而整套油壓式探針插入裝置係安裝在試驗機本體機台之後方，並非安裝在試驗機之中央，因此；試驗機之總重量所能平衡探針插入裝置之反作用力，經實測結果大約在 350 公斤至 380 公斤左右，仍舊無法應付地面對三支探針所產生之阻力。如勉強爲之，此時試驗機之二個後車輪或一個後車輪將會懸空，如在平地，不僅試驗機無法作業，整個探針插入裝置及油壓缸均將受損；如在山坡地，則試驗機可能翻覆，造成作業意外。因此；在現有架構下，如果不能增加試驗機之重量，則探針插入裝置上之探針數目，必須加以調整。

三、第一型試驗機之改良與田間試驗

根據雛型機之設計分析結果，試驗機之總重量已無大幅增加之空間，勢須重新調整探針數目。配合探針數減少爲二支，並另行設計、製造插入裝置與機械式安全裝置機構。新探針插入裝置在結構上已大幅簡化，體積變小，重量亦略爲減輕，對於此後機械在行進中的穩定性，有正面的效果。經改良後之試驗機，於民國八十五年五月下旬，前往台中縣新社鄉崁頂葡萄果園進行深層施肥試驗，其中懸浮液成份爲水 150 公升，硫酸鎂 30 公斤，苦土石灰 30 公斤。探針規格爲直徑 20 公厘，長度 500 公厘，每支探針最大承受壓力爲 150 公斤（每平方公分 47.7 公斤），最大插入土層深度爲 40 公分，懸浮液注入土層中之速率爲每分鐘 16 公升。本次試驗，因果樹基部略高，行間略低，呈斜坡狀，致探針離基部最近的一支可插入土層中 40 公分處，另一支一般僅可插入 35 公分處。注入深度因果樹種類不同而異，但在葡萄果園中，插入土層深度以 30 公分爲宜。又探針插入土層目標區所需時間爲 8 秒，如在底部不作停留，則注入一次共需時間 15 秒。經測得每支探針 15 秒內可注入懸浮液 4 公升，二支合計 8 公升。本施肥機採全層施肥，當探針接觸表土時懸浮液即開始自探針前端小孔射出，至探針上昇後停止。故各層土壤均附有懸浮液，使懸浮液能均勻分佈於各土層。

本次試驗係將探針先沿某行葡萄果樹之一側進行施肥，作業時內側之探針與果樹基部相距 50 公分，外側另一支探針則與果樹基部相距 100 公分。二支探針組之插入方向與果樹之行向垂直，當探針組沿果樹一側插入土壤並完成作業後，施肥機則前進或後退 1.5 公尺，然後進行另一次深層施肥作業，如此週而復始，至全面作業完成爲止。本施肥機目前之肥料箱最大容量爲 200 公升，每次實際盛入之清水量爲 150 公升。依照試驗每完成一次插入作業共需懸浮液 8 公升，則 150 公升共可供插入 18 次，或直線距離 27 公尺。本施肥機之作業走行速度爲每分鐘 3 公尺，或每小時 180 公尺。本深層施肥機之構造如圖 6，圖示該機正在葡萄園中進行田間試驗。其主要規格如表 2，在葡萄果園進行施肥試驗之結果如表 3 及表 4。

表2. 改良後探針注入式深層施肥機主要規格表

Table 2. Basic Data of the Improved Needle Type Subsoil Liquid Fertilizing Injector

本機	全長 全寬 全高 全重	332 公分 135 公分 160 公分 545 公斤
探針	規格 數量 最大插入深度 設定插入深度	直徑 20 公厘 X 長 530 公厘 2 支 40 公分 30-40 公分
行走部	農用搬運車	CH-75 型
供水部	噴霧機 水箱最大容量	W-451 型 200 公升
油壓部	攪拌器型式 油壓泵最大容量 最大壓力 油箱容量	直立葉片式 30 公升/分鐘、 1800rpm 70 公斤/平方公分 50 公升
動力部	行走及供水 探針及攪拌	5.5 馬力汽油引擎 5.0 馬力汽油引擎

表 3. 改良後探針注入式深層施肥機果園施肥試驗

Table 3. Basic Experimental Data of the Improved Needle Type SubsoilLiquid Fertilizing Injector testing in the Grape Orchard

試驗日期：85 年 5 月 22	試驗地點：台中縣新社鄉崁頂
果園種類：葡萄園	果園長寬：長 102 公尺 寬 40 公尺
果園面積：0.408 公頃	天　氣：陰
果樹行距：4 公尺	果樹株距：1.7—3.5 公尺
總 行 數：9 行	每行株數：20 株
總 株 數：180 株	棚架高度：180 公分
懸浮液成份	水 150 公升　硫酸鎂 30 公斤　苦土石灰 30 公斤
每桶每次裝入懸浮液量	178 公升
懸浮液壓力	35 kg/cm^2
探針插入土層中停留總時間	15 秒鐘/每次
探針每次作業射出懸浮液量	4 公升/每 15 秒鐘
探針插入孔距果樹基部行距線最近距離	50 公分
探針插入孔距果樹基部行距線最遠距離	100 公分
探針插入孔組間距離	1.5 公尺
探針插入土層深度	35--44 公分
施肥機作業中走行速度	3 公尺/分鐘 180 公尺/小時
每桶懸浮液可供注入土層次數	18 次
每桶懸浮液可涵蓋果園直線距離	27 公尺

表 4. 硫酸鎂及苦土石灰混合水溶液重量體積測試表

Table 4. Capacity and Weight of the mixed solution of Magnesium Oxide and Calcium Powder

測試日期	85 年 5 月 20 日	
測試地點	本 所	
天氣	晴	
氣溫	28℃	
肥料種類	硫酸鎂顆粒	苦土石灰粉末
30 公斤體積(乾)	36 公升	33 公升
30 公斤水溶液體積	17 公升	11 公升
單位體積重量	833.33 公克 / 公升	909.09 公克 / 公升
單位重量體積	1.2 公升 / 公斤	1.1 公升 / 公斤
單位重量水溶液體積	0.567 公升 / 公斤	0.367 公升 / 公斤

四、第二型試驗機之改良與田間試驗

民國八十五年五月間在台中縣新社鄉葡萄園進行深層施肥試驗，果農反應良好。唯同年六月間在梨園進行深層施肥試驗時，則由於梨樹樹冠呈 Y 形，且樹幹基部至分枝間之高度僅 30 公分至 60 公分不等，離樹幹基部 50 公分處之空間高度亦僅 120 公分左右，而施肥機高度爲 160 公分產生干涉致效果不彰。若本深層施肥機需在梨園中使用時，其高度必須大幅降低。

經再度改良後之深層施肥機，其最大高度爲 109 公分，不銹鋼桶長 60 公分、寬 95 公分、高 55 公分，最大容量 300 公升；探針插入裝置高度則減爲 100 公分。並以十三馬力之汽油引擎取代原有之七馬力汽油引擎。另外活塞式單向流動泵則自機台下方右側移至左側，以資配合。本次改良，爲因應探針插入裝置高度之調整，經分析結果改用二段式油壓缸，但總行程應不少 50 公分。本次改良共採用二支行程均爲 30 公分之油壓缸並排使用，其中第一支固定在可搖擺之方軸上，與原來的設計及構造不變，另第二支則安裝在第一支油壓缸的方型導管中，與第一支油壓缸併列。又第一支油壓缸下方活塞桿端固定有板座一個，第二支油壓缸固定在板座的另一端，探針組則固定在第二支油壓缸下方活塞桿端。當探針組插入土中時，二支油壓缸同時伸出，總伸出長度爲 60 公分，較原來單支油壓缸總伸出長度爲 50 公分尚多出 10 公分。

本深層施肥機改良研製完成後旋於民國八十六年六月在台中縣和平鄉環山梨園進行深層施肥試驗，該處梨園均設置在陡坡之上。供試梨園坡度較緩，且順著山勢開闢成等高梯田，梯田寬度各不相同，大約在 180 公分至 250 公分之間。果園土質爲小塊頁岩狀之石礫土，土質較鬆軟。經實地深層試驗結果，二支探針施力各達 150，插入土層 40 公分處，液態肥料在土壤中之分佈亦甚均勻，以機械功能而言符合設計目標。圖 7 爲該機在梨園中施肥情形。

經在梨園試驗後，另進行葡萄園試驗；試驗中發現該處葡萄果園自民國八十二年間用耕耘機耕整地後未再耕犁，加之久未下雨，地表硬實，本深層施肥機雖具有二支各可施力達 150 公斤之探針，但僅可插入 5 至 10 公分之處。顯見對堅硬土質，本施肥機在設計上仍須再加以適度之改良。

五、試驗機之最後改良、定型與田間試驗

根據上述，本施肥機雖二支探針之施力可達 150 公斤，在一般及正常情況下作業裕如；但如果久旱不雨，或土壤久未耕犁，則探針仍無法插入土壤預定深度，達成深層施肥之目的。因此必須加以必要之改良，以資因應此等特殊狀況。緣此，以另行安裝一支可拆卸、且最大受力可達 300 公斤之探針

取代原探針組進行作業。使用後，再將原有之二支 150 公斤探針組回歸原位恢後原設計型式。本機除加裝 300 公斤之探針一支及其相關設備外，爲改善及簡化操作程序，將原有搖桿式手動操作方式改良爲電動按鈕式，以減少操作誤動之機率及簡化作業步驟。該項改良亦已完成。最後完成之機型如圖 8 所示。

結論與建議

本探針注入式深層施肥機所設計之機構應力求簡單，結構力求堅固，售價尤應能在果農接受範圍以內爲考量之原則。本計畫實施初期原訂目標爲每組探針共 4 支，每支每次可注入懸浮液 1 公升，4 支合計 4 公升。經重復試驗與改良後，目前之新設計僅採用 2 支探針，每次注入之懸浮液量可達 8 公升，爲原設計之一倍，不僅效率大幅提高，機械結構亦已簡化，製造成本得以降低。

本施肥機改良定型後，高度已大幅降低，使用之範圍大增，除可達成原有之目的改良果園及其他農田土壤外，對其他作物如茶園，亦可應用裕如，以提升本機之使用率。

引用文獻

1. 彭錦樵。1983。噴氣式深耕機最佳作業條件之研究。中國農業工程學報 29(4)。
2. 彭錦樵。1987。深層鬆土施肥（藥）機其地下施肥（藥）自動定量控制裝置之改良與試驗。中國農業工程學報 33 (4)。

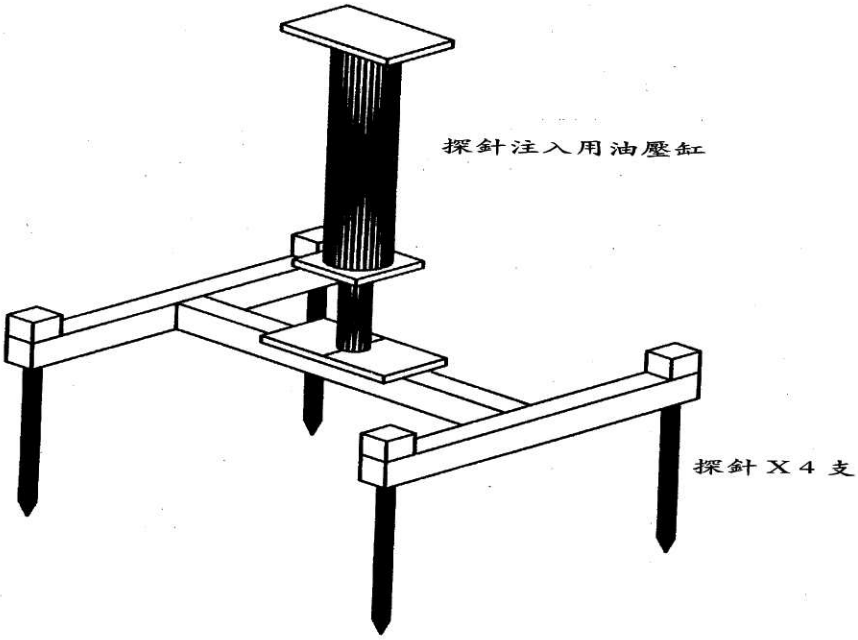


圖1. 深層施肥機探針組成機構
Fig.1. The layout of test of the needle type subsoil fertilizer injector

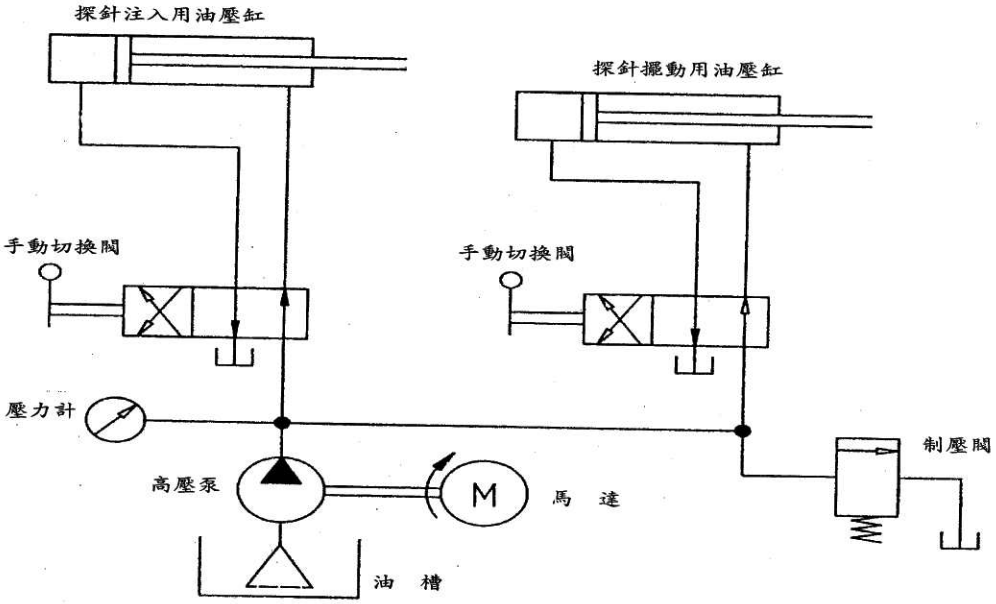


圖2. 深層施肥機油壓系統示意圖
Fig.2. View of the hydraulic loop of the needle type subsoil fertilizer injector

圖 3． 探針注入式深層施肥雛型機田間施肥試驗

Fig.3. Field test of the needle type subsoil fertilizer injector

圖 4． 探針注入式深層施肥雛型機經改良完成之試驗機

Fig.4. View of the modified pilot needle type subsoil fertilizer injector

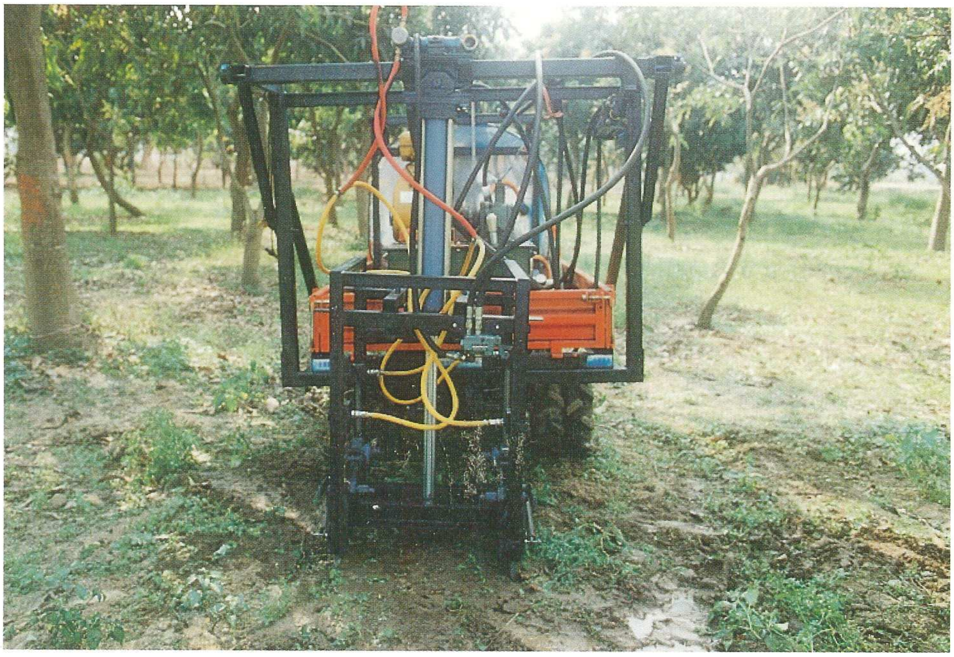


圖 5． 探針注入式深層施肥試驗機在果園施肥試驗

Fig.5. Field test of the modified needle type subsoil fertilizer injector

圖 6． 第二型深層施肥試驗機在葡萄果園進行施肥試驗

Fig.6. Field test of the improved needle type Subsoil fertilizer injector in grape orchard

圖 7． 第二型改良深層施肥試驗機在梨園進行施肥試驗

Fig.7. Field test of the improved needle type Subsoil fertilizer injector in pear orchard

圖 8． 最後定型深層施肥試驗機

Fig.8. View of the needle type subsoil fertilizer injector

The Development and Improvement of Needle Type Liquid Fertilizer Subsoil Injector[1]

Chi-Tsai Tan[2], Lien-Sheng Liang[2] and Geng-Peng Chang[3]

Summary

The soil of most farm fields in Taiwan is acid. Among the farm fields, about one third of them are categorized as strongly acid soil (pH value less than 5.5). As to the slope land, about two thirds of it is more acid than that of arable farm fields. The generally applied method to improve this kind of acid soil in Taiwan is to adopt powders of calcium and magnesium oxide. Traditional methods to put Ca and Mg into the soil, especially in the orchard, are powder spreading over the land surface and powder-burying in a number of furrows. Howeever, by these traditional methods, the applied powders are not easily and uniformly distributed into the subsoil due to the poor mobility of Ca and Mg powders in the soil. To seek a replacement solution, the result from the Department of Agricultural Chemistry of TARI that the solution injecting of Ca and Mg powders into the subsoil is better than the traditional methods give a promising clue. In this study, a solution-injecting based machine was developed and tested from July 1994 to June 1998. In the first year, a pilot needle-type subsoil liquid fertilizer injector consisting of four needles was first developed with a maximum compressive force of 75 kg to the ground for each needle and a total height of 160 cm. The maximum compressive force of each needle to the ground of this fertilizer injector was increased to 150 kg in the following year. To improve its injection performance in tough fields, another new model with only two needles having the same maximum compressive force was then manufactured. However, in order to fit this new model to low branches of pear orchard, the total height of the machine was reduced from 160 cm to 109 cm during the third year. In the last year of this project, for the purpose of dealing with really tough soil, a third needle with a maximum compressive force of 300 kg to the ground was added in the middle of the original two needles. This third needle can be easily installed or removed from the machine. The control system of the last version machine was also changed from by a hand -lever to by an electric button so that simplified operations without miss-action can be achieved.

Key words : Needle-type, Injected, Subsoil, Fertilizer injector.

---

1. Contribution No. 1954 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Junior specialist, Senior Engineer and Head of the Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Assistant soil scientist, Department of Agricultural Chemistry, TARI.

中華農業研究

第四十七卷　第三期

中華民國八十七年九月出版

發行人：林俊義
總編輯：廖慶樑
編審委員：
農藝組：盧煌勝（主審）
王強生　呂秀英　郭益全　陳一心
楊純明　劉大江　劉新裕　蔡新聲
園藝組：蕭吉雄（主審）
王德男　施昭彰　徐信次　劉政道
歐錫坤
農化組：林木連（主審）
王鐘和　吳繼光　郭鴻裕　劉慧瑛
植病組：彭金騰（主審）
安寶貞　林正忠　張清安　程永雄
蔡武雄
昆蟲組：羅幹成（主審）
王清玲　何琦琛　周樑鎰　陳炳輝
陳健忠　鄭　允　鄭清煥
農機組：梁連勝（主審）
黃禮棟　賴建洲　蔡致榮

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 47, No.3 Sep. 1998

JOURNAL

AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, Chien-Yih Lin

EDITOR IN CHIEF : Ching-Liang Liaw

EDITORIAL BOARD :

Chi-Hsiung Hsiao (Horticulture)
Lien-Sheng Liang (Agri. Engineering)
Hung-Shung Lu (Agronomy)
Mu-Lien Lin (Agri. Chemistry)
Kang-Chen Lo (Applied Zoology)
Jin-Torng Peng (Plant Pathology)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

Pao-Jin Ann	Chin-An Chang	Bing-Huei Chen
Chien-Chung Chen	Yi-Shin Chen	Ching-Huan Cheng
Edward Yun Cheng	Yung-Hsiung Cheng	Liang-Yih Chou
Horng-Yuh Guo	Chyi-Chen Ho	Hsin-Tszu Hsu
Li-Duhng Huarng	Yih-Chuan Kuo	Chien-Chou Lai
Cheng-Chung Lin	Tsung-Dao Liou	Dah-Jiang Liu
Huey-Ing Liu	Sin-Yie Liu	Hsiu-Ying Lu
Shyi-Kuan Ou	Jau-Chang Shih	Wu-Hsiung Tsai
Hsin-Sheng Tsay	Jyh-Rong Tsay	Chan-Sen Wang
Chong-Ho Wang	Chin-Ling Wang	Der-Nung Wang
Chi-Guang Wu	Chwen-Ming Yang	

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Researches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

統一編號
030853870046

Vol. 47, No. 3 Sep. 1998

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Development of a Single-Cross Forage Maize Hybrid Tainung No.3
······ Chan-Lee Ho, Guang-Jauh Shieh and Hung-Shung Lu···189

Variation of the Agronomic Characters of Different Tainan-White
Maize Populations in Taiwan ······ Guang-Jauh Shieh and Fu-Sheng Thseng···204

Growth Analysis of Wetland Taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott]
under Various Crops Seasons ······ Lit-Fu Chan, Chun-Tang Lu and Hsiu-Ying Lu···220

Studies on the Varietal Characters and Acute Toxicity of *Anoectochilus* spp.
······ Sin-Yie Liu, Torng-Wu Chang, Jau-Jueh Wang, Ai-Hwa Chang and Shun-Chen Wang···242

Effects of Different Application Rates of N-P-K Fertilizers and Planting
Densities on the Yield and Quality of Hsian-Tsao (*Mesona procumbens Hemsl.*) ······ Min-Fu Hu, Ai-Hwa Chang, Chun-Tang Lu and Sin-Yie Liu···259

Comparison on Microsatellite DNA and Random Amplified Polymorphic
DNA Markers for Germplasm Identification of *Capsium annuum*
······ Jau-Jueh Wang and Ming-Jen Fan···267

The Braconidae (Hymenoptera) of Taiwan
VIII. Brulleiini, Diospilini and Helconini
······ Liang-Yih Chou and Tung -Ching Hsu···283

The Development and Improvement of Needle Type Liquid Fertilizer
Subsoil Injector ······ Chi-Tsai Tan, Lien-Sheng Liang and Geng-Peng Chang···315

Published by
THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE
Taichung, Taiwan, Republic of China